JAHRGANG LI. 1901. HEFT VII BIS IX.

Die St. Johanniskirche in Leipzig.

(Mit Abbildungen auf Blatt 37 bis 39 im Atlas.)

Zum vierten Male sind die Mauern einer Kirche auf dem ehemaligen Johannisfriedhofe, dem jetzigen Johannisplatze in Leipzig, in die Höhe gestiegen. Schon im frühen Mittelalter hat hier eine Capelle der Sondersiechen zu St. Johannis gestanden, deren 1543 gelegentlich der Errichtung eines Laurentiusaltars gedacht wird. Ihr folgte im Anfange des XVI. Jahrhunderts eine Begräbnifskirche, die aber im Schmalkaldischen Kriege, bei der Belagerung der Stadt vom 6. bis zum 27. Januar 1547, arg zerstört wurde. Die Schmalkaldener hatten nach Abbrennung des Dachstuhls die Kirche bis zur Höhe der Umfassungsmauern mit Erde und Faschinen angefüllt und auf der so gewonnenen Plattform eine Batterie errichtet, die das Grimmasche Thor beschofs. Die Wiederherstellung der Kirche begann noch in demselben Jahre. Sie ist gewifs sehr flüchtig gewesen, denn schon am 12. September 1582 wurde der Grundstein zu einem neuen Gotteshause gelegt, das, nachdem es aus den Stürmen der Leipziger Völkerschlacht ziemlich unversehrt hervorgegangen war, 1880 wieder hergestellt wurde und bis 1894 gestanden hat. In diesem Jahre wurde es mit Ausnahme des Thurmes, der erhalten blieb, abgebrochen, weil es in den Boden der höher gewordenen Umgebung versunken, vom Salpeter zerfressen, im Holzwerke zerstört, überdies viel zu klein für die Bedürfnisse der angewachsenen Gemeinde geworden war.



Abb. 1. Ansicht von Nordwesten.

Diese Kirche war ein einschiffiger, mit vier Seiten des Achtecks geschlossener, schlichter Putzbau, zunächst ohne Thurm, noch mit Strebepfeilern und Spitzbogenfenstern, welche zwei mafswerklose Pfosten theilten. Das aus vorgekragten Formsteinen gebildete Hauptgesims stand formal noch jenen der Leipziger Bauten um 1550 nahe. Andere Kunstformen suchte das Auge vergeblich. Dem Inneren dieses Baues entstammt der gemalte Schmuck der flachen Bretterdecke, der bei der Wiederherstellung von 1880 unter Kalkanstrich entdeckt, freigelegt und im 34. Bande (1884) der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlicht worden ist. Zu demselben sei noch einmal erwähnt, dafs es sechs verschiedene, eingelegtes Holz nachahmende, im Sinne des Peter Flötner sehr schön entworfene Motive waren, die sich in Diagonalreihen wiederholten. Letztgenannte Anordnung liefs die Gesamtansicht der Decke ungemein reich erscheinen. Das Mittelfeld, als siebentes Motiv nur einmal auftretend, zeigte das Stadtwappen. Das Holz der Decke, Felder zwischen flachen Leisten, war leider vom Wurme derart zerstört, dafs es nicht möglich war, auch nur das geringste davon für den Neubau zu retten.

Erhalten aber und zur Wiederverwendung zurückgestellt konnten der Altar und die vielen schönen Denkmäler und Epitaphien werden, die das Innere der Kirche schmückten und demselben im Verein mit der Intarsiadecke den Stempel einer geschichtlichen und Kunststätte aufdrückten. Von den Denkmälern ist an erster Stelle dasjenige Christian Fürchtegott Gellerts zu nennen. Auf einem Unterbau von weifsem Marmor erhebt sich ein Sarkophag in schwarzem Marmor; an demselben eine umkränzte Inschrifttafel. Auf diesem Unterbau

sitzen die Genien der Tugend und der Religion, lebensgrofs in weifsem Marmor ausgeführt, die ein Medaillon mit dem vergoldeten Bildnifs des Dichters emporhalten. Der bilderreiche Theil zeigt die Eigenthümlichkeiten der Oeserschen Schule; der Aufbau, dem Gedanken nach barock, nähert sich in den Einzelformen schon dem Stile Ludwig XVI. Der Bildhauer ist wahrscheinlich Friedrich Samuel Schlegel gewesen; die Ausführung stammt vom Ende des 18. Jahrhunderts. Die übrigen Denkmäler und Epitaphien, theils in Marmor und Alabaster, theils in bemaltem und vergoldetem Holze hergestellt, ebenfalls oft von grofsem künstlerischen Werthe, sind meist Arbeiten des 17. Jahrhunderts. Eingehend wird über dieselben von Cornelius Gurlitt im 17. Hefte der „Beschreibenden Darstellung der ältesten Bau- und Kunstdenkmäler des Königreichs Sachsen" berichtet, sodafs an dieser Stelle der Hinweis auf das genannte Werk genügen mufs.



Abb. 2. Blick gegen den Altar.

Den Altar fertigte Valten Silbermann im Jahre 1607 mit Benutzung alter aus der Nikolaikirche stammenden Theile (Holzschnitzereien) in bemalter und vergoldeter Renaissance-Holzarchitektur. Auf demselben ein älterer überlebensgrofser Crucifixus; der Körper desselben sehr sorgfältig modellirt, mit naturalistischer Dornenkrone, wohl aus dem Anfange des 16. Jahrhunderts. Die Kanzel, in ähnlichen Formen wie der Altar, ist ebenfalls eine Arbeit des Valten Silbermann von 1586.

Vor den Westgiebel dieser Kirche nun stellte in den Jahren 1746—1749 der Maurermeister Georg Werner einen Glockenthurm, der vorzüglich erhalten, vom Abbruche der Kirche nicht berührt worden ist. Dieser, ein ansehnliches, schlank sich entwickelndes Bauwerk, blieb bei seiner Verwerthung für den Neubau in seiner äufseren Erscheinung bis auf einen Punkt durchaus unversehrt. Genommen wurde ihm nämlich nur die in anmuthigen Barockformen gebildete Eingangsthür, weil sie zu tief im Boden steckte. Sie fand indessen Wiederverwendung als Eingangsthür zur eigentlichen Kirche nach Durchschreitung der Thurmhalle. Ueber derselben wurde aber wiederum die alte Kanonenkugel eingemauert und die Inschrift eingemeifselt, die von der Bewahrung der umstrittenen Johanniskirche in der Leipziger Völkerschlacht redet. Datum 19. October 1813.

Und so konnte wohl 82 Jahre später, am 19. Oktober 1895, bei der Richtfeier der neuen Johanniskirche der Pastor Georg Tranzschel mit Recht sagen:

„Welch ein Kranz geschichtlicher Erinnerungen dieser Tage für unsere Richtfeier! Ja, ziehe deine Schuhe aus, denn der Boden, darauf du stehest, ist heiliges Land, geweiht durch eine grofse Geschichte, geweiht durch eine Gräberwelt, deren Friedhof einst der schönste von ganz Sachsen, ja von ganz Deutschland genannt wurde. Noch immer stehen eure Füfse dort im Schiff der Kirche über Gräbern, deren Unzahl es uns unmöglich machte, alle zu entfernen. Helden aller Völker aus den gröfsten Kriegen der deutschen Geschichte ruhen hier. — Dort aber, neben jenem Fenster an der Südseite, war das Grab keines Helden, aber des gröfsten Todten, den Leipzig begraben hat, das verschollene Grab Johann Sebastian Bachs. Es ist im Beton der Grundmauer eingemauert worden für ewige Zeiten."

Soviel von der Vorgeschichte der Erscheinung der alten Johanniskirche und von dem Werthvollen, was aus derselben erhalten worden ist. Nun zu dem neuen Bau: In Wahrheit Renaissance, d. i. Wiedergeburt, ein Auferstehungsbau auf der Stätte dreier vorangegangener Johanniskirchen!

Nachdem mehrfache Pläne des Unterfertigten, weil zu anspruchsvoll, vom Stadtverordnetencollegium abgelehnt worden waren, erhielt der auf Blatt 37 bis 39 dargestellte die Genehmigung zur Ausführung. Um Johanni 1894 wurde mit der Ausschachtung der Fundamente begonnen und am 19. October 1895 der Rohbau gerichtet. Anfang 1897 war die Kirche vollendet, und am Sonntag Lätare, d. i. den 28. März, 1897 fand die Einweihung bez. der erste Gottesdienst in derselben statt.

Wie der Grundrifs (Abb. 4 bis 6 Bl. 39) zeigt, ist die neue Johanniskirche im allgemeinen als centrale Anlage gedacht. Vier

anderen Stelle Leipzigs erhalten. Seine Gebeine waren bei der Ausführung der Grundmauern an der von der Ueberlieferung bezeichneten Stelle des Friedhofes gefunden worden. Sie und die Gebeine Gellerts haben nunmehr ihre Ruhestätte in einem bequem zugänglichen Grabgewölbe unter dem Chore gefunden. Zwei Broncetafeln im Fufsboden des Kirchenschiffs, vor den zum Chore führenden Stufen liegend, bezeichnen diese Stätte. Und so ist auch die neue Johanniskirche der alten Ueberlieferung getreu eine Begräbnifskirche geworden, welche die Asche des grofsen evangelischen Liederdichters und des noch gröfseren Componisten des 18. Jahrhunderts aufgenommen

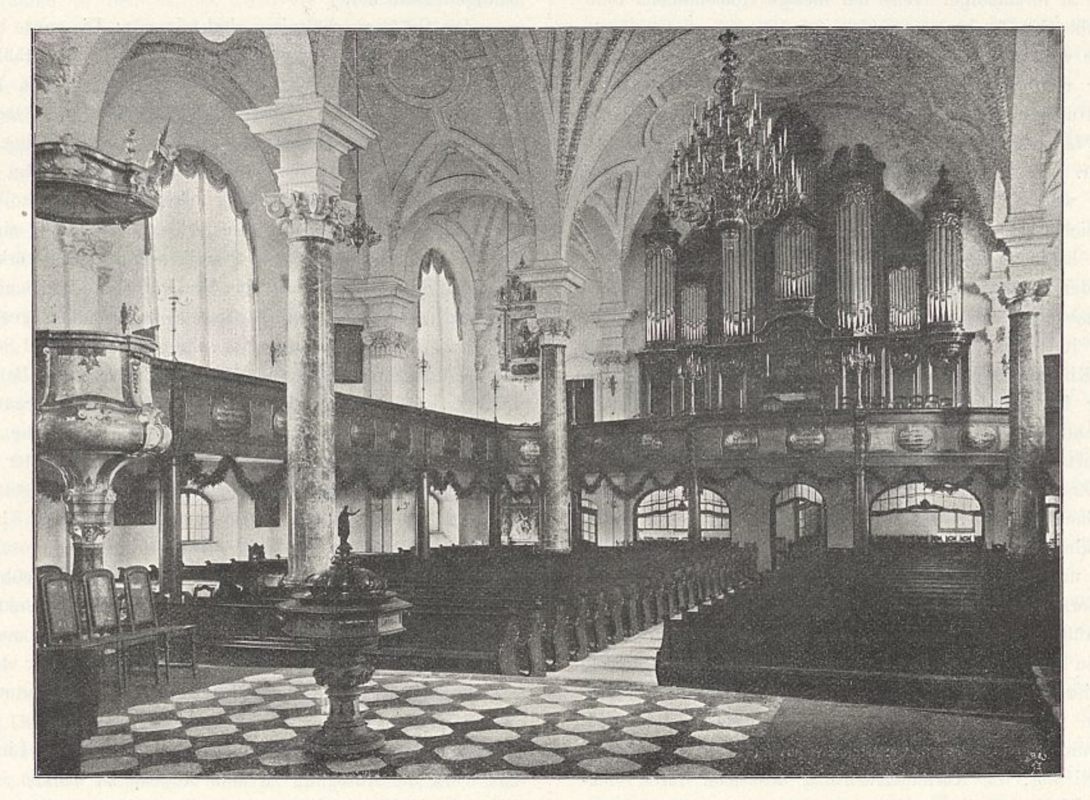


Abb. 3. Blick gegen die Orgel.

Säulen compositer Ordnung aus rothem, weifsgeadertem Nassauer Marmor tragen das Deckengewölbe des Innenraumes, welches sich demgemäfs aus einem Mittelquadrate, vier demselben vorgelegten grofsen oblongen und vier kleinen quadratischen Kreuzgewölben zusammensetzt. Der Chor, aus fünf Seiten des Achtecks geschlossen, ist in seiner Gewölbeanordnung selbständig ausgebildet. Die Emporen stehen in keinen Beziehungen zu den genannten vier Säulen, sondern umgeben selbständig entwickelt, von hölzernen dorischen Säulen getragen, das Innere der Kirche an drei Seiten. Die aus der abgebrochenen Kirche stammenden Denkmäler und Epitaphien sind im Innern des Neubaues an geeigneten Stellen der Umfassungswände angebracht, das Denkmal Gellerts als Wandgrab an der rechten Seite des Chores. Ihm gegenüber sollte ebenfalls als Wandgrab ein Denkmal für Johann Sebastian Bach errichtet werden, wofür der Platz vorgesehen war. Leider hat man diesen Gedanken aufgegeben, und der genannte grofse Meister soll nun ein freistehendes Denkmal an einer

und geborgen hat. — Der barocke Altar im Chore stammt aus der Thomaskirche, aus der man ihn bei deren Wiederherstellung im Jahre 1887 aus stilistischen und anderen Gründen entfernt und im Untergeschofs niedergelegt hatte. Der Unterfertigte erhielt ihn vom Consistorium auf seine Bitte zur Wiederverwendung für die Johanniskirche geschenkt. In Marmor und Bronce hergestellt, ist er eine Stiftung des Bürgermeisters Dr. Jakob Born und wurde 1721 von Johann Maria Fossati in Dresden gefertigt. Der Goldschmied, der die Capitelle, die Basen der tragenden Pilaster und die den Abschlufs des Altars nach oben bildende Gloria in vergoldeter Bronce trieb, war Johann Jakob Irminger in Dresden. Er erhielt für seine Arbeit 3000 Thaler. Der Kurfürst August der Starke gab den Marmor her, der Rath der Stadt Leipzig zahlte die Bearbeitung und das Versetzen desselben und 1000 Thaler. Die Familie Born schenkte 3000 Thaler. Für die Wiederherstellung und Neuvergoldung wurden im Jahre 1896 10000 ℳ aufgewandt ohne die Figur des segnenden Christus

in Marmor nach Thorwaldsen, die auf dem Altartisch Aufstellung gefunden hat.

Der alte Altar des Valten Silbermann, dessen Abmessungen für die neue grofse Kirche nicht genügten, ist in der rechtsseitigen Beichtstube wieder aufgebaut worden, während das alte Inventarstück aus vergangener Zeit, der früher ohne Zusammenhang mit dem Altar darauf gestellte Crucifixus jetzt frei von der Decke im Triumphbogen vor dem Chore hängt. Die Kanzel ist neu, ebenso die Orgel, ein Werk des Orgelbauers Ernst Röver in Haus-Neindorf bei Quedlinburg. Die Wiederherstellung der hölzernen Epitaphien besorgte in verständiger Weise der hiesige Holzbildhauer Behr (Text-Abb. 2 u. 3).

Die neue Kirche stellt sich als ein verputzter Backsteinbau dar mit spärlicher Verwendung von Werkstein für die Architekturtheile, errichtet in den trockenen Formen der Mitte des 18. Jahrhunderts, wofür der vorhandene Thurm vorbildlich war. Wie schon gesagt, mufste das Portal desselben entfernt werden; dafür ist das neue getreten, welches die Westansicht auf Bl. 38 zeigt. Die hier angeordneten drei Nischen harren noch der Figuren, für die sie angelegt sind.*) Die an den Aufsenmauern der alten Kirche aufgestellten Grabsteine haben trotz ihrer zum Theil sehr vorgeschrittenen Zerstörung in pietätvoller Weise auch an dem Aeufseren der neuen Kirche wiederum ihre Plätze erhalten. Die Dachdeckung ist auf hölzernen Sparren und Latten in harten schlesischen Biberschwänzen als Doppeldach und in Kupfer ausgeführt worden. Die Dachbinder und Pfetten sind in Eisen hergestellt. Alle Gurtbögen im Innern sind massiv in Backsteinen gewölbt, die Kreuzkappen dazwischen aber in Holzschalung hergestellt worden, welche an der Innenseite geputzt und mit Stuck bekleidet ist, im Dachboden einen Lehmüberzug erhalten hat. Die Akustik wird infolge dessen sehr gerühmt, wozu vielleicht auch der reiche Schmuck der hölzernen Epitaphien an den Umfassungswänden beiträgt. Die Kirche ist sehr hell, da die Fenster nur in weifsem Kathedralglase zwischen eisernen Sprossen verglast sind. Die Erwärmung des Innenraumes geschieht durch eine Warmwasserheizung, die Abendbeleuchtung desselben durch elektrisches Licht.

*) In der mittleren Nische hat inzwischen die von einem Kunstfreunde gestiftete, vom hiesigen Bildhauer Hartmann modellirte Figur Johannis des Täufers Aufstellung gefunden.

Die im Verhältnifs zur Höhe der Kirche nicht bedeutenden Abmessungen des alten Thurmes (57 m Höhe) bedingten eine möglichste Abrückung der Kirche vom Thurme, damit das hohe Walmdach des breiten Kirchenschiffes sich frei entwickeln konnte und nicht an den Thurm anschnitt. Dadurch konnte im Grundrisse eine sehr zweckmäfsige Vorhalle zwischen Thurm und Kirche eingeschoben werden, in der bei Trauungen usw. sich die Theilnehmer der Feier versammeln. Diese Halle, die gegen den Innnenraum durch grofse Schiebefenster geöffnet werden kann, dient zugleich auch bei einer etwaigen Ueberfüllung der Kirche zur Aufnahme der überzähligen Besucher.

Die Gröfsenverhältnisse sind folgende: Die ganze bebaute Fläche der Kirche beträgt 1275 qm, das Schiff enthält 573, der Chor 108, die Vorhalle 82, jede der beiden Beichtcapellen 51 qm. Von Oberkante Bürgersteig bis Oberkante Hauptgesims gemessen ist das Aeufsere 13,70 m hoch; der umbaute Raum innerhalb dieser Grenzen beträgt somit 15370 cbm. Der Scheitel des höchsten Kreuzgewölbes im Innern liegt 17 m über Fufsboden. Sitzplätze sind im Schiff 728, auf den Emporen 294, in Summa 1022 vorhanden. Weitere Sitzplätze können in der Vorhalle, im Schiff und auf den Emporen durch Aufstellen von Stühlen geschaffen werden. Der Mittelgang hat eine Breite von 1,80, die Seitengänge eine solche von 1,50 m erhalten. Die Baukosten betragen 475000 *M*, in welcher Summe die Bergung der gefundenen Gebeine, der gesamte innere Ausbau, die Bänke, die Marmorarbeiten im Chore, die Wiederherstellung der Kunstwerke und des Thurmes einbegriffen ist. Somit kostet 1 qm bebauter Fläche 373 *M*, 1 cbm umbauten Raumes 31 *M*.

Die Bauleitung wurde in energischer und geschickter Weise durch den Bauführer Gustav Pflaume ausgeübt. Die architektonischen Zeichnungen fertigte der Architekt Paul Schnartz, Einzelzeichnungen des inneren Ausbaues der Architekt Fritz Schumacher. Der Thätigkeit der drei genannten Herren gedenkt der Unterfertigte in anerkennendster Weise, in besonderer Verehrung aber des Mannes, dessen rastloser Thatkraft, Willensstärke und begeisterter Liebe für das Werk die Anregung zu dem Neubau zu danken ist, der auch für die Beschaffung der künstlerischen Ausgestaltung des Innern der Kirche stets Mittel und Wege zu finden gewufst hat, des Pastors Georg Tranzschel, des Pfarrers zu St. Johannis.

Leipzig. Hugo Licht.

Das Kuppelgebäude für den grofsen Refractor des astrophysicalischen Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

Die nachfolgenden Mittheilungen über das Kuppelgebäude für den grofsen Refractor des astrophysicalischen Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam schliefsen sich an die von dem Oberbaudirector Spieker im Jahrgang 1894 der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichten Beschreibungen der Königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie an.

Das Kuppelgebäude für den grofsen Refractor ist das letzte und bedeutendste Glied in der ansehnlichen Reihe der auf dem Telegraphenberge zu wissenschaftlichen Zwecken ausgeführten Bauten. Für das astrophysicalische Observatorium ist durch die Errichtung dieses Baues und die Beschaffung des grofsen Refractors ein dringendes Bedürfnifs befriedigt und ein unentbehrliches Hülfsmittel für die Bearbeitung der

grofsen Aufgaben auf dem Gebiete der astrophysicalischen Erforschung der Himmelskörper beschafft worden, deren Lösung das Institut als vornehmstes Ziel anstrebte. Zugleich wurde hiermit ein voraussichtlich auf viele Jahre reichender Abschlufs in der Organisation des Institutes erzielt.

Die Entwicklung der spectralanalytischen Forschungen seit der theoretischen Begründung der Spectralanalyse durch Kirchhoff, sowie die Erkenntnifs der Bedeutung dieser Wissenschaft für die Erforschung der Gestirne hatte zu der Errichtung des astrophysicalischen Observatoriums geführt, dessen Unterkunftsräume in den Jahren 1875 bis 1878 erbaut worden waren. Die Ausrüstung des Observatoriums mit Instrumenten stand jedoch nach kurzer Zeit seines Bestehens nicht mehr auf der Höhe, da sich die Ansprüche an die Genauigkeit der Beobachtungen bedeutend gesteigert und die eifrigen Bestrebungen aller Völker auf diesem Forschungsgebiete zu einem förmlichen Wettbewerb geführt hatten. Trotz der Unzulänglichkeit der zu Gebote stehenden Hülfsmittel hatte aber das Potsdamer Observatorium hervorragende Ergebnisse besonders in der Erforschung der Sternspectren zu verzeichnen. Hierzu trug namentlich die Ausbildung des lichtbildnerischen Verfahrens bei, welches die Herstellung von Spectrogrammen gestattete, deren Ausmessung mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit erfolgen konnte. Hierdurch gelang auch die Lösung einer andern überaus wichtigen Aufgabe, nämlich die Bestimmung der Geschwindigkeit der Bewegung der Fixsterne in der Gesichtslinie. Bei den bisherigen unmittelbaren Ocular-Beobachtungen hatte man in einigen wenigen Fällen die Bewegungsrichtung, ob auf uns zu oder von uns weg, ermitteln können, während die Geschwindigkeiten selbst um viele geographische Meilen fehlerhaft, und zwar meistentheils zu grofs gefunden worden waren. Bei dem von dem Potsdamer Observatorium angewandten spectrographischen Verfahren betrug dagegen der wahrscheinliche Fehler einer Bestimmung nur wenige Zehntel einer Meile. Wegen der geringen Lichtstärke des zu Gebote stehenden, nur mittelgrofsen Fernrohres konnten diese Untersuchungen nur auf eine beschränkte Zahl der hellsten Sterne ausgedehnt werden, und es war daher zu befürchten, dafs die Früchte dieser wichtigen Entdeckung den mit vollkommeneren Instrumenten ausgerüsteten Observatorien des Auslandes zufallen würden. Durch diese Erfolge, denen sich auch noch die Entdeckung eng an einander befindlicher Doppelsterne zugesellte, hatte sich das Institut binnen kurzem die ungetheilte Anerkennung aller wissenschaftlichen Kreise erworben. Dank seiner rührigen Thätigkeit übernahm es in dem allgemeinen Wettbewerb auf dem Gebiete der spectralanalytischen Erforschung der Weltenkörper bald die unbestrittene Führerrolle. Es mufste daher die ungenügende Ausstattung mit Instrumenten drückend empfunden und der Wunsch nach einer besseren, dem Auslande ebenbürtigen Einrichtung immer reger werden. Im Landtage wurde wiederholt auf die hohe Bedeutung dieser Forschungen für die Wissenschaft hingewiesen und das Verlangen nach Bereitstellung der erforderlichen Geldmittel erhoben. Ein eifriger Förderer der Sache, Graf Kanitz, hielt bei diesen Berathungen folgenden zutreffenden Ueberblick über die schnelle Entwicklung, die der Bau der Beobachtungsinstrumente in der neuesten Zeit gewonnen hatte.

„Wir dürfen uns nicht verhehlen“, sagte er, „dafs die instrumentelle Ausstattung unserer astronomischen Beobachtungsstationen vieles zu wünschen übrig läfst, dafs wir darin erheblich hinter den Stationen des Auslandes zurückstehen. Das ist um so bedauerlicher, als unser Heimathsland über bedeutende Kräfte auf diesem Gebiete wissenschaftlicher Forschung verfügt. Die deutschen Astronomen sind den Astronomen des Auslandes nicht nur gewachsen, sondern übertreffen sie vielfach, und um so bedauerlicher ist es, dafs ihnen die Hülfsmittel fehlen, deren sie bedürfen, um mit ihren Concurrenten im Auslande gleichen Schritt zu halten. Die erste Anregung zur Aufstellung so gewaltiger astronomischer Beobachtungsinstrumente, wie wir sie gegenwärtig in America haben, ist vor etwa 20 Jahren zu Tage getreten, damals wurde zuerst ein 26zölliger Refractor in Washington aufgestellt. Man erzielte damit so überraschende Ergebnisse, dafs in vielen Ländern sofort dem Beispiele gefolgt wurde. Man ist in Europa zur Herstellung ähnlicher Instrumente geschritten; wir finden einen 30zölligen Refractor in Pulkowa und eben solchen in Nizza. Wenn wir nun hier in Preufsen auf einer von der Regierung vorgeschlagenen Station, in Potsdam, ebenfalls einen 30zölligen Refractor aufstellen, so werden wir in Europa von keinem andern ähnlichen Instrumente mehr übertroffen werden. Wir dürfen sogar hoffen, dafs die maschinelle Ausrüstung, die Montirung durch die Erfahrungen der Neuzeit noch vollkommener sein werden als in Nizza und Pulkowa. Freilich bleiben wir auch mit dem 30zölligen Refractor noch immer im Rückstande America gegenüber. America hat schon seit einer Reihe von Jahren bei San Francisco einen 36zölligen Refractor aufgestellt und jetzt wird in Chicago sogar ein 40zölliger aufgestellt. Eine Vergröfserung des Instrumentes steigert aber den Kostenbedarf ganz aufserordentlich, und die grofsen Instrumente entsprechen mit ihren Leistungen nicht immer den gehegten Erwartungen, weil es eine ungemein schwer zu lösende Aufgabe ist, die Objective in absoluter Vollkommenheit herzustellen. Ich möchte Sie daher bitten, dieser Forderung zuzustimmen, wir werden uns damit ein nicht zu unterschätzendes Verdienst erwerben um die Förderung der Wissenschaft, welche nicht nur auf dem Felde der Geistesarbeit einen hervorragenden Platz einnimmt, sondern auch die praktisch bedeutendsten, für das Gemeinwohl verwertheten Resultate gezeitigt hat.“

Hiernach wurden im Jahre 1896 die Kosten für den Bau von dem Landtage bewilligt und noch im Herbste desselben Jahres mit der Ausführung des Baues begonnen. Die Entwürfe zu der Bauanlage waren seiner Zeit im allgemeinen von dem Oberbaudirector Spieker aufgestellt worden, bedurften aber mehrfacher Umarbeitungen, weil die Baukosten eingeschränkt werden mufsten und weil erst nach endgültiger Feststellung der Abmessungen und der Bauart des Instrumentes die genauen Gröfsenverhältnisse und Constructionsweisen des Kuppelgebäudes bestimmt werden konnten. Diese Entwurfsumarbeitungen wurden unter der Leitung des Unterzeichneten, der auch nach dem Tode Spiekers die Oberaufsicht über die Bauausführung ausübte, vorgenommen. Für die Herstellung aller Einzelheiten der Bauausführung war ein aus Gelehrten der astronomischen Wissenschaft und aus Baubeamten zusammengesetzter besonderer Bauausschufs gebildet, dem alle wichtigen Baufragen zur Berathung vorgelegt wurden. Zu

diesen Sitzungen wurden auch die ausführenden Ingenieure nach Bedürfnifs hinzugezogen.

Die bauliche Aufgabe bestand darin:

a) ein Gebäude zu schaffen, in dessen grofsem Kuppelbau der Refractor seine Aufstellung finden, das im übrigen aber auch noch die Arbeitsräume für die Observatoren, die Bücherei, die zur Aufbewahrung von Instrumenten und die zu sonstigen wissenschaftlichen Zwecken dienenden Räume, Dunkelkammern usw. enthalten sollte; sodann war

b) der Bau eines Dienstwohngebäudes für einige Beamte in unmittelbarer Nähe des Kuppelgebäudes erforderlich. Dieses Gebäude sollte gleichzeitig zur Einrichtung einer Heliostatenanlage benutzt werden.

Ferner mufste

c) ein kleines Maschinenhaus zur Unterbringung einer elektrischen Anlage für Kraft- und Lichtversorgung errichtet werden, und schliefslich waren

d) die nöthigen Nebenanlagen, wie Herrichtung und Anpflanzung des Geländes, Wegebauten und dgl. auszuführen.

A. Der Kuppelbau für den grofsen Refractor.

Die für das Gebäude gewählte Lage ist aus dem Lageplan Text-Abb. 1 ersichtlich.*) Der Gipfel des Berges zeigt auf der Höhenlinie 92 eine sich erweiternde, annähernd ebene

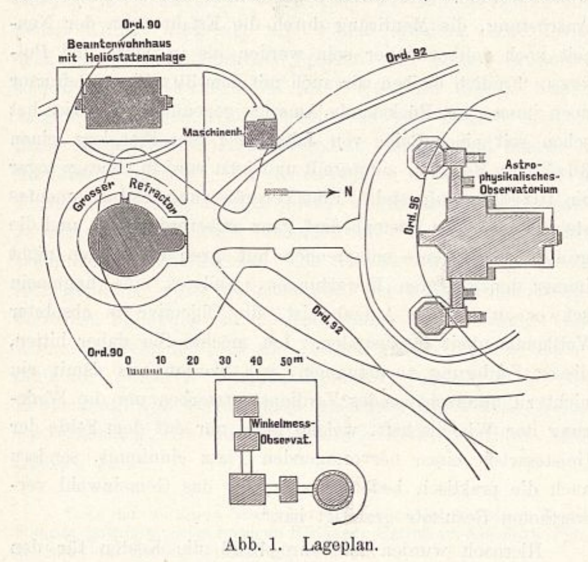


Abb. 1. Lageplan.

Fläche, die etwa 4 m tiefer ist als die höchste Spitze des Berges, auf der das astrophysicalische Observatorium liegt. Die Rücksichten auf einen bequemen Gesamtbetrieb geboten die möglichste Annäherung des Neubaues an das Observatorium; anderseits mufste aber auch ein auskömmlicher Abstand zwischen beiden Bauanlagen zur Vermeidung gegenseitiger Störungen bei den Himmelsbeobachtungen eingehalten werden und schliefslich war auch auf die übrigen auf dem Telegraphenberge befindlichen wissenschaftlichen Institute, denen ebenfalls die freie Himmelsschau gewahrt bleiben mufste, Rücksicht zu nehmen. Nach den vorgenommenen Untersuchungen mittels Probegerüste ergab sich, dafs hinsichtlich der Horizontfreiheit diejenige Lage die beste war, bei welcher der Kuppelbau in einer Entfernung von etwa 90 m südlich von dem Hauptgebäude des astrophysicalischen Observatoriums gestellt wurde. Dabei trat aber immerhin noch die Befürchtung auf, dafs die grofsen Eisenmassen, welche die Drehkuppel des Refractorgebäudes in sich einschlofs, störend auf diejenigen Beobachtungen wirken würden, die in dem etwa 150 m entfernten, an dem Westabhange des Berges liegenden magnetischen Observatorium vorgenommen werden. Zur Vermeidung von nachtheiligen Beeinflussungen entschlofs man sich daher in einer Entfernung von 80 m westwärts von dem letztgenannten Observatorium ein besonderes kleineres Gebäude für magnetische Feinmessungen zu errichten, in dem Nachprüfungen angestellt werden konnten.*)

Die Hauptachse des Kuppelbaues ist in die durch die Gebäude des astrophysicalischen Observatoriums bereits betonte Nord-Südlinie gelegt. Bei der Bestimmung der Höhe des Gebäudes und der Höhenlage des in ihm aufgestellten Fernrohres ging man von der Annahme aus, dafs bei einer Neigung des letzteren gegen die Wagerechte unter einem Winkel von 5 Grad die verlängerte Rohrachse die höchste Spitze der grofsen Mittelkuppel des astrophysicalischen Observatoriums treffen sollte. Für die Höhenlage des Drehpunktes des Fernrohres über dem Fufsboden des Beobachtungsraumes wurde hiernach das Mafs von 7,50 m festgesetzt. Im weiteren ergab sich für das Kellergeschofs, welches etwa 1,30 m in das Erdreich eingesenkt wurde, eine Höhe von 2,8 m, für das Erdgeschofs eine solche von 5,70 m und für den Drehpunkt des Fernrohres eine Höhe von 14,50 m über dem Aufsengelände. Der Durchmesser der Kuppel wurde auf 21 m festgestellt (Text-Abb. 2). Der gute, tragfähige Baugrund liegt etwa 1 m unter der Erdoberfläche und besteht aus scharfem gewachsenen Sand; die Gründung war daher mit keinen Schwierigkeiten verbunden. In der Mitte des Gebäudes befindet sich der Festpfeiler, auf dem das Instrument aufgestellt ist (Text-Abb. 2 und 3). Um ihn herum liegen die Räume des Keller- und des Erdgeschosses, und zwar in der Weise, dafs zwischen dem Pfeiler und der die Räume begrenzenden innern Ringmauer noch ein 0,50 m breiter Zwischenraum eingeschaltet ist. Hierdurch ist der Pfeiler gegen die Aufsenluft abgeschlossen und somit gegen raschen thermischen Ausgleich, der Bewegungen des Mauerwerkes hervorrufen könnte, geschützt. Ferner sind die untersten Grundmauern des Pfeilers von denen des Gebäudes vollständig getrennt; hierdurch wird die Uebertragung von Erschütterungen des Gebäudes auf den Pfeiler verhindert. Der Festpfeiler selbst hat in seinem unteren Theile eine cylindrische Form, nach oben verjüngt er sich kegelförmig. Zum schnelleren und besseren Austrocknen des Mauerwerkes sind zahlreiche Höhlungen in ihm ausgespart, die durch angemessen vertheilte Oeffnungen in unmittelbare Luftverbindung gebracht sind und die Standfestigkeit des Pfeilers in keiner Weise beeinträchtigen. Zum Aufmauern ist nur Kalkmörtel ohne Cementzusatz verwandt worden, da von letzterem infolge der Eigenschaft des Cementes, sein Volumen zu verändern, Bewegungen der Mauermasse befürchtet wurden. Der Zugang zu dem Festpfeilerraum ist durch eine doppelte Thür verschlossen, um den Zu-

*) Sieh auch den Lageplan in der Veröffentlichung im Jahrgange 1894 dieser Zeitschrift S. 365/366.

*) Veröffentlicht in dem Centralblatt der Bauverwaltung Jahrgang 1900 S. 553.

tritt der äufseren Luft zu verhindern. Die Decke über dem Festpfeilerraum ist als Schwebeboden ausgebildet, dessen Balken auf eisernen, auf der Ringmauer lagernden Unterzügen so angeordnet sind, dafs weder sie noch die Fufsbodenbretter mit dem Festpfeiler oder dem Fufsgestell des Fernrohres in Berührung treten. Hierdurch wird jede Uebertragung von Erschütterungen, die bei dem Begehen des Fufsbodens unvermeidlich sind, von dem Festpfeiler und dem Instrument ferngehalten.

Die Räume des Kellergeschosses, das mit Kappen zwischen Gurtbogen überwölbt ist, dienen zu Werkstätten, zur Aufbewahrung von Werkzeugen wie z. B. von Hebezeugen und zu sonstigen untergeordneten Zwecken. Im Erdgeschofs (Text-Abb. 3) befindet sich ein gröfserer Raum, der bei besonderen Gelegenheiten zu Versammlungen, Vorträgen und dgl. benutzt werden kann; ferner ein Arbeitszimmer für den Director, drei Arbeitszimmer für Observatoren, Räume für wissenschaftliche Untersuchungen, worunter Räume mit Verdunklungsvorrichtungen an den Fenstern, ein Dienerzimmer und ein Vorraum. Die Decke des Erdgeschosses ist auf eisernen Trägern theils mit Kappen überwölbt, theils nach der Kleineschen Art massiv und wagerecht hergestellt. In dem an der Nordseite des Kuppelgebäudes befindlichen, halbkreisförmig abgeschlossenen Vorbau liegt der Haupteingang und die zum Erdgeschofs und dem Kuppelraum führende Treppe. Zu dem Kellergeschofs ist ein Seiteneingang von der Westseite vorhanden. Von den Treppenabsätzen aus sind vier kleinere Räume zugänglich, in denen eine photographische Dunkelkammer, Aborte, Geräthe und ein Uhrwerk, welches zur Regelung der Bewegung des Fernrohres dient, untergebracht sind (Text-Abb. 4). Die Gewichte dieses Uhrwerkes werden in einem Schacht, der bis zum Kellerfufsboden reicht, herabgelassen. Die Decke des Treppenhauses ist zwischen eisernen Trägern gewölbt und mit einem Holzcementdach abgedeckt. Dieses Dach kann durch eine Oeffnung von der Uhrwerkskammer aus bestiegen werden, von wo aus sich auch der am Fufse der Kuppel befindliche äufsere Umlaufgang erreichen läfst. In dem oberen Geschofs liegt der von einem eisernen Kuppeldache überdeckte Hauptraum des Gebäudes, in dem der Refractor aufgestellt ist (Text-Abb. 2 u. 4).

Für den Ausbau dieses Raumes und die Bauart der Drehkuppel wurden die bei den früheren Kuppelbauten auf dem Telegraphenberge gemachten Erfahrungen verwerthet. Die Abmessungen des Beobachtungsraumes ergaben sich aus der Gröfse des Fernrohres und der Nothwendigkeit freier Bewegung des Beobachters bei dem Gebrauche desselben. Der Durchmesser des Raumes beträgt, wie bereits angegeben,

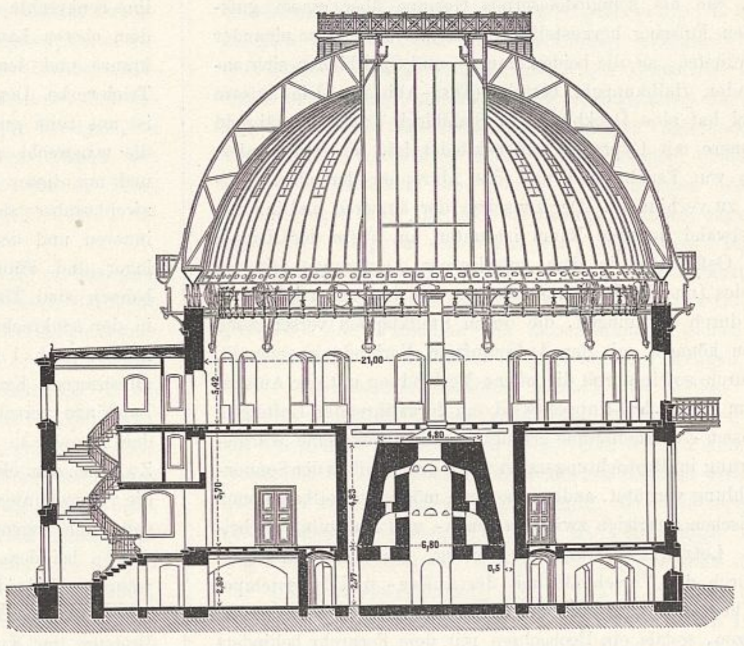


Abb. 2. Schnitt.

Abb. 3. Erdgeschofs.

D Dunkelkammer.
U Uhrwerk.

Abb. 4. Obergeschofs.

Abb. 2 bis 4. Kuppelgebäude für den grofsen Refractor.

21 m, die Höhe 17 m im Mittel. Die Ringmauer ist bis zum unteren Laufkranze der Drehkuppel 5,42 m hoch; in ihr befinden sich zehn gekuppelte Fenster, die in Verbindung mit den in der Kuppelfläche liegenden, matt verglasten Oberlichtfenstern dem Raume ausreichendes Licht zuführen. In dem Raume liegt nach Norden die Eingangsthür, nach Süden eine mit einer viertheiligen Thür geschlossene Oeffnung von 3 m Höhe und Breite, die den Zugang ins Freie auf einen Balcon gewährt. Von diesem aus kann man eine Himmelsschau vornehmen und feststellen, ob nicht etwa aufziehende Wolken, Nebel u. dgl. die Beobachtung stören werden. Auch

bietet dieser Balcon Gelegenheit, gröfsere Gegenstände, Instrumententheile usw., die ihrer Gröfse wegen auf der Treppe nicht befördert werden können, aus dem Freien in den Kuppelraum zu schaffen. Zu diesem Zwecke ist in dem Fufsboden eine zum Oeffnen eingerichtete Klappe angebracht. Zum Hinaufziehen der Gegenstände dient ein kleiner Krahn.

Der Beobachtungsraum wird durch die Drehkuppel überdeckt, die als schmiedeeisernes Gerippe über einem gufseisernen Fufsring hergestellt ist und aus zwei über einander angeordneten, an die beiden Haupt- und Spaltbinder sich anlehnenden Halbkuppeln besteht (Text-Abb. 2). Die äufsere Kuppel hat eine Deckhaut von Stahlblech erhalten, während die innere mit Cypressenholz bekleidet ist, um den Niederschlag von Feuchtigkeit und das Abtropfen derselben möglichst zu verhindern. Der zwischen der äufseren und inneren Kuppelwand liegende Raum ist unten am Fufse der Kuppel durch Oeffnungen in dem gufseisernen Laufkranze mit der Luft des Innenraumes, und oben an dem laternenartigen Aufsatze durch Oeffnungen, die durch Stellklappen verschlossen werden können, mit der Aufsenluft in Verbindung gebracht. Hierdurch sowie durch die offene Verbindung mit der Aufsenluft am Fufse der Kuppel wird ein fortwährender Luftstrom in diesem Zwischenraume erzeugt, der einerseits eine Wärmesteigerung im Beobachtungsraum unter dem Einflufs der Sonnenbestrahlung verhütet, anderseits einen möglichst vollkommenen thermischen Ausgleich zwischen Innen- und Aufsenluft herbeiführt. Letzteres ist besonders wichtig, weil Luftströmungen, die durch die Verschiedenheit der Aufsen- und Innentemperatur hervorgerufen werden, die Luft in zitternde Bewegung versetzen, sodafs ein Beobachten mit dem Fernrohr behindert oder nicht möglich wird. Um die gute Beschaffenheit und den ordnungsmäfsigen Gang aller Bewegungsvorrichtungen, insbesondere des Rollenkranzes, auf dem sich die Kuppel dreht, überwachen zu können, mufste auf bequeme Zugänglichkeit dieser Theile Bedacht genommen werden. Es sind daher in Höhe des untern Laufkranzes auf eisernen Trägern sowohl im Inneren wie im Aeufseren der Kuppel, Laufgänge, x und y (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) angeordnet. In Höhe des oberen Laufkranzes zwischen den beiden Spaltbindern befinden sich zwei kleinere Plattformen n (Abb. 1 Bl. 41 u. 42), auf denen die elektrischen Bewegungsvorrichtungen zum Oeffnen des Spaltverschlusses stehen. Diese Plattformen können von dem Beobachtungsstuhl aus erreicht werden. Zur Vornahme von Ausbesserungen im Aeufseren der Kuppel, Erneuerung des Anstriches und dgl. sind eiserne Haken auf der Kuppelfläche zum Anhängen von Gerüsten und Leitern befestigt, und aufserdem vermitteln zwei eiserne, der Krümmung der Kuppel folgende äufsere Treppen den Aufstieg bis zur Höhe. Wegen der Gröfse des bei dem Drehen der Kuppel in Bewegung zu setzenden Gewichtes würde ein Betrieb durch Menschenkraft zu beschwerlich und zeitraubend gewesen sein. Wenn auf diesen auch nicht ganz verzichtet werden konnte, so war doch in erster Linie der elektrische Strom als treibende Kraft ins Auge zu fassen und eine elektrische Anlage zu schaffen, die aufserdem noch den Vortheil gewährte, dafs sie neben der Kraftentwicklung auch für die Beleuchtung des Gebäudes verwerthet werden konnte. Die Gröfse des erforderlichen elektrischen Stroms wurde danach bemessen, dafs bei einer Beobachtungsdauer von zwölf Stunden 20 Lampen im Gebäude gleichzeitig brennen, die Kuppel drei ganze Umdrehungen, der Spaltschieber eine Auf- und Abwärtsbewegung und die bewegliche Bühne des Beobachtungsstuhles 10 Doppelfahrten ausführen sollten.

Ueber die Einzelheiten der constructiven und maschinellen Ausrüstung der Drehkuppel sei folgendes bemerkt: Die Bewegungsvorrichtung, welche die Drehung der Kuppel um ihre senkrechte Achse bewirkt, besteht aus dem unteren und dem oberen Laufkranze, dem dazwischen gelagerten Rollenkranze und dem zur Ausführung der Bewegungen nöthigen Triebwerke. Der untere Laufkranz a (Abb. 1, 2 u. 3 Bl. 41 u. 42) ist aus zehn gufseisernen Kreistheilstücken zusammengesetzt, die wagerecht auf dem Ringe der Umfassungsmauer liegen und mit dieser durch Steinschrauben verankert sind. Er hat zwei sauber abgefräste concentrische Laufbahnen, die den inneren und den äufseren Rollen der Rollenwagen als Auflager und Führung dienen. Die Gleitflächen dieser Laufbahnen sind Theile der Fläche eines Kegels, dessen Spitze in der senkrechten Achse der Kuppel liegt. Der obere Laufkranz b (Abb. 1 u. 2 Bl. 41 u. 42) besteht ebenfalls aus zehn gufseisernen Kreistheilstücken; er ist mit einem wagerechten Laufringe versehen und mit dem schmiedeeisernen Gespärre der Kuppel so verschraubt, dafs er dessen Fufsring bildet. Zwischen dem oberen und dem unteren Laufkranze befinden sich die vorerwähnten, aus drei neben einander liegenden Rollen bestehenden sogenannten Rollenwagen c (Abb. 1, 2 u. 3 Bl. 41 u. 42), bei denen die mittlere Rolle fest auf der Achse sitzt, während die beiden äufseren lose sind. Durch diese Anordnung wird die gleitende Reibung in eine rollende verwandelt und die Drehung der Kuppel wesentlich erleichtert. Die drei Rollen sind parallele Scheiben eines Kegels. Die einzelnen Rollenwagen sind durch Zugstangen mit einander verbunden (Abb. 4 Bl. 41 u. 42). Auf den Umfang des ganzen Kreises sind 20 solcher Rollenwagen vertheilt. Das Triebwerk ist ein dreifaches. Die Kuppel kann erstens durch elektrische Kraft so schnell bewegt werden, dafs sich eine vollständige Umdrehung um 360° in 5 Minuten vollzieht. Durch den 3,5 PS starken Elektromotor d (Abb. 2 u. 3 Bl. 41 u. 42) werden das Schneckenrad e (Abb. 1, 2, 3 Bl. 41 u. 42) und mit diesem die weiteren, aus Kegel und Kettenrädern bestehenden Uebertragungen in Bewegung gesetzt. Das Kettenrad w (Abb. 1 u. 3 Bl. 41 u. 42) greift in eine um den oberen Laufkranz geschlungene Kette, die vermöge ihrer Reibung die Kuppel mitnimmt. Die Kette tritt in diesem Falle an Stelle der bei den früher ausgeführten Kuppeln angewandten Stiftverzahnung. Eine zweite Bewegungsart wird durch den 0,25 PS starken Elektromotor f (Abb. 1 u. 2 Bl. 41 u. 42) ausgeführt. Hierbei folgt die Drehung der Kuppel der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde; sie dauert also 24 Stunden. Zur Vollführung dieser Bewegung ist in den Strom des Elektromotors ein Bremsmagnet g (Abb. 2 u. 3 Bl. 41 u. 42) eingeschaltet, der beim Schliefsen des Stromes die mit ihm durch Hebelübersetzung verbundene Zahnkupplung h (Abb. 2 Bl. 41 u. 42) in das zur Uebersetzung der Bewegung des Motors f gehörige Getriebe einrückt und dasselbe auf diese Weise mit dem vorher beschriebenen Getriebe der schnellen Kuppelbewegung in Verbindung bringt. Um die dritte Art der Bewegung, die durch das Kurbelrad i (Abb. 1 u. 2 Bl. 41 u. 42) von Hand erfolgt, auszuführen, mufs die Zahnkupplung k (Abb. 1 Bl. 41 u. 41) aus dem Schneckenrade der schnellen Bewegung

ausgelöst und mit der Handbetriebsübersetzung zusammengekuppelt werden. Die auf diese Weise bewirkte Umdrehung der Kuppel beansprucht naturgemäfs mehr Zeit, als die mittels elektrischen Antriebes, kann aber immerhin bequem in einer Stunde bewerkstelligt werden. Damit das Kuppeldach bei der Drehung stets centrisch geführt und ferner der durch den Winddruck verursachte Seitenschub wirksam aufgenommen wird, sind zwölf mit dem Mauerwerk fest verankerte Druckrollen *l* in Höhe des oberen Laufkranzes vorgesehen, deren Anordnung aus Abb. 1 Bl. 41 u. 42 ersichtlich ist. Um den elektrischen Strom zu den Motoren des Spaltschiebers und des Beobachtungsstuhles, die sich mit der Kuppel bewegen, zu leiten, war es nöthig, den Strom von einem Punkte des festen Gebäudes in die bewegliche Kuppel zu führen. Diese Ueberleitung des Stromes findet bei *m* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) statt.

Die Breite des Spaltschiebers ist auf 3,50 m bemessen worden. Er besteht aus zwei Theilen, von denen der obere gröfsere ein auf Rollen laufender, nach dem Kreise gebogener Schieber ist, der etwa eine halbe Spaltbreite über den Scheitelpunkt der Kuppel hinwegragt und sich vollständig in die geschlossene hintere Hälfte der Kuppel hineinbewegen läfst. Hierdurch kann der Zenith vollständig freigelegt werden. Der zweite, kleinere Theil befindet sich am Fufse der Kuppel und ist als zweitheilige Schiebethür ausgebildet, deren beide Hälften vermittelst eines Kurbelrades und einer danach eingefügten Uebersetzung aus Kegelrädern, Kette und Kettenrädern nach den Seiten auseinandergezogen werden können. Diese Anordnung des Spaltverschlusses bietet den Vortheil, dafs der Spalt in seiner ganzen Ausdehnung vom Horizont bis über den Zenith geöffnet werden kann. Bei den bisherigen Ausführungen, wo der untere Theil an den grofsen Spaltschieber angehangen werden konnte, wird dies insofern nicht erreicht, als entweder der Zenith oder der Horizont durch den Anhänger verdeckt ist. Ein weiterer Vortheil besteht darin, dafs das Gewicht des in die hintere Kuppelfläche sich hineinbewegenden Spaltschiebers leichter auszugleichen und nicht durch die Mitnahme des „Anhängers“ allzu schwer abzubalanciren ist, ein Umstand, der auch für die Zugkraft der Motoren von Wichtigkeit ist. Die elektrisch betriebenen Winden für die Bewegung des Spaltschiebers sind auf den oben erwähnten Plattformen *n* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) aufgestellt. Die Bewegung des Spaltschiebers kann im übrigen auch von Hand erfolgen. Die Gleichgewichtslage des Spaltschiebers wird durch Gegengewichte *o* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) bewirkt, die stufenweise, je nach Bedarf mitgeführt oder zurückgelassen werden. Da der Spaltschieber nur etwa eine halbe Spaltbreite über den Zenith herüberragt, so ist zum Schutze gegen Regen und Schnee, die von dem abwärts gekrümmten Theile in das Innere der Kuppel eindringen können, ein Zenithschieber *p* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) angebracht, der diesen Theil des Spaltes noch besonders schützt. Dieser Zenithschieber läuft auf einer schwach geneigten Bahn und wird bei dem Oeffnen des Spaltes von dem grofsen Spaltschieber mitgenommen, während er bei dem Schliefsen auf der schiefen Ebene von selbst zurückläuft.

Eine wichtige Frage war die für die Beobachtungen nöthige bequeme Zugänglichkeit des Instrumentes in seinen verschiedenen Lagen. Bei den kleineren Kuppeln des astrophysicalischen Observatoriums genügte für diesen Zweck eine leicht construirte und auf Rollen bewegbare Beobachtungsleiter. Im vorliegenden Falle aber, wo der Drehpunkt des Instrumentes 7,50 m hoch über dem Fufsboden lag, mufsten andere Einrichtungen in Betracht gezogen werden. Bei den Sternwarten in Washington, Chicago und in San Francisco ist der ganze Fufsboden des Beobachtungsraumes als eine Hebebühne hergerichtet, die durch Gegengewichte im Gleichgewichte gehalten und hydraulisch oder elektrisch herauf und herunter bewegt werden kann. Der Beobachter ist dadurch in der Lage, mittels Hebens oder Senkens der Bühne den Bewegungen des Fernrohres zu folgen und jede zum Beobachten erforderliche Stellung einzunehmen. Diese beweglichen Fufsböden sind durch Wendeltreppen oder von Umlaufgängen aus, die in verschiedenen Höhen angebracht und durch Treppen verbunden sind, zugänglich. Bei dem Refractor in Pulkowa ist der Kuppelraum durch Einbau eines von eisernen Säulen getragenen Umlaufganges in zwei Theile getheilt. Zur Vornahme von Beobachtungen dienen zwei Leitergerüste, von denen das untere, auf ringförmigen in den Boden eingelassenen Schienen laufende bei steilen Lagen, das obere auf dem Umgang befindliche, bei geneigteren Lagen des Fernrohres benutzt wird. Von einer solchen Anordnung wurde bei dem Potsdamer Observatorium Abstand genommen und eine neue, eigenartige Einrichtung, die eines sogen. Beobachtungsstuhles, ausgeführt, der als selbständiges in den Kuppelraum eingebautes Bauwerk behandelt worden ist.

Der Beobachtungsstuhl *q* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) ist mit seinem oberen Theile an die Drehkuppel angehängt (bei *r* Abb. 1 Bl. 41 u. 42), während er mit seinem unteren Theile auf einen ringförmig gebogenen, auf der Umfassungsmauer des Festpfeilers gelagerten Schienenkranze vermittelst Rollen *s* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) läuft. Durch die feste Verbindung mit dem Kuppeldach nimmt der Beobachtungsstuhl an jeder Bewegung desselben Theil, wobei er sich stets dem Spalt gegenüber befindet. Innerhalb gewisser Grenzen sind auch noch kleinere seitliche Verschiebungen möglich. Diese selbständigen Seitenbewegungen des Beobachtungsstuhles betragen nach jeder Seite hin bis zu 30 Grad. Zwischen den beiden Hauptträgern des Beobachtungsstuhles befindet sich eine Hebebühne *t* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42), die an zwei Spindeln in schräger Richtung auf- und abwärts bewegt werden kann. Durch Bewegung des Beobachtungsstuhles in Verbindung mit der Kuppeldrehung, sowie durch Heben oder Senken der Bühne, auf welcher der Beobachter Stellung genommen hat, kann dieser jeder beliebigen Lage des Fernrohres folgen. Dabei können alle Bewegungen des Beobachtungsstuhles von der Hebebühne aus durch Einschalten des elektrischen Stromes in bequemster Weise ausgeführt werden. Der Anlasser für den Spaltschieber befindet sich auf der Rückseite des Stuhles; derjenige für die Kuppelbewegung ist am Umfassungsmauerwerk der Kuppel angebracht. Der Beobachtungsstuhl hat aufserdem am oberen Ende eine feste Plattform, zu welcher zwei seitliche, zum Theil gewendelte Treppen führen. Ein beweglicher Auszug *u* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42), der sich unter dieser Plattform befindet, dient dazu, an das Objectiv oder Ocular des Fernrohres herantreten zu können, wenn dieses sich in wagerechter Lage befindet. Mit dem Beobachtungsstuhl ist aufserdem noch ein Drehkrahn *v* (Abb. 1 Bl. 41 u. 42) von etwa 200 kg Tragfähigkeit

verbunden, der zum Ansetzen oder Abheben von Instrumenten-theilen benutzt werden soll.

Was die Construction des Kuppeldaches selbst anbetrifft, so waren die Anforderungen einerseits möglichst geringen Gewichtes, anderseits gröfster Standsicherheit wegen des beträchtlichen Umfanges der zu bewegenden Eisenmassen mit besonderer Schwierigkeit zu erfüllen. Als weiteres Erfordernifs trat hinzu, dafs die einzelnen Kuppeltheile getrennt von dem Fufsring zusammengebaut werden mufsten, um jede Verschiebung oder Verzerrung dieses Ringes, die einen schweren Gang der Drehvorrichtung zur Folge gehabt hätte, zu vermeiden. Sodann war es nöthig, die Verbindung der Kuppel mit dem Fufsringe derart herzustellen, dafs die Kuppel leicht

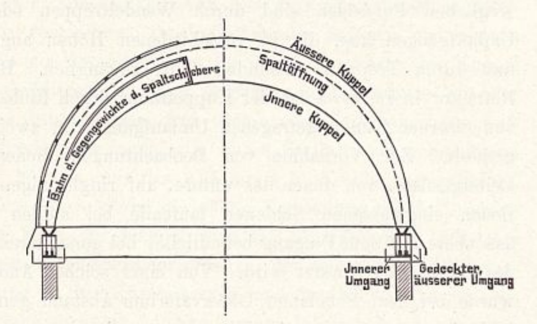


Abb. 5. Schnitt durch den Spalt.

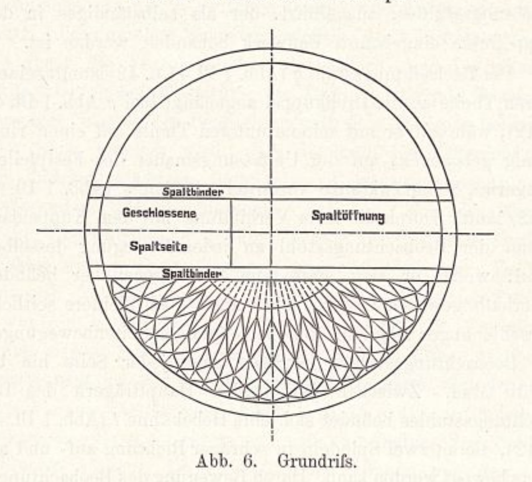


Abb. 6. Grundrifs.

abgelöst und nach Abstützung derselben untersucht werden konnte, ob die Antriebsvorrichtungen im Leergang richtig gingen. Das Kuppeldach mufste zu diesem Zwecke von den Bewegungsvorrichtungen vollständig unabhängig sein und lediglich die auf den Rollenwagen ruhende Auflast bilden. Von den auf die Kuppel einwirkenden Kräften, Eigengewicht, Schneelast, Winddruck und Wärmedehnung, waren die drei letzteren besonders zu beachten, da sie einseitig wirken und daher Verbiegungen hervorrufen, welche die Drehung der Kuppel und den glatten Gang des Spaltschiebers schädlich beeinflussen. Infolge hiervon mufste die zu wählende Bauweise der Kuppel auch eine möglichst gleichmäfsige Ausdehnungsfähigkeit nach allen Richtungen haben. Von den bekannten Anordnungen erfüllt diese Anforderungen am besten ein den vorliegenden Verhältnissen angepafstes gegliedertes Kuppelsystem. Da die Kuppel aus einer äufseren und einer inneren Kuppelfläche gebildet werden mufste (Text-Abb. 5), so konnte die gröfste Standfestigkeit nur dadurch erreicht werden, dafs diese beiden vollständig durchgebildeten Kuppeln mit einander in Verbindung gebracht wurden. Die äufsere Kuppel besteht aus Radialsparren (Text-Abb. 6), deren Verstrebungsverband durch die mit den Sparren sorgfältig vernieteten Deckbleche der äufseren Kuppelhaut hergestellt ist; die innere Kuppel wird aus einer gleichen Anzahl von Sparren gebildet, zwischen denen Verstrebungseisen eingelegt sind. Beide Kuppeln sind wiederum durch Verstrebungen gegen einander abgesteift und hierdurch, sowie durch den Fufsring und die beiden grofsen Spaltbinder zu einem festen Gefüge mit einander verbunden. Letztere sind zu beiden Seiten der Spaltöffnung angeordnet (Text-Abb. 5, 6 u. 7). Die Form dieser Bogenträger ergiebt sich durch die äufsere und die innere Kuppelfläche, sowie durch die Bahn des Spaltschiebers. Diese beiden Bogenspaltbinder sind innerhalb der geschlossenen, der Spaltöffnung gegenüberliegenden Seite kräftig gegen einander abgesteift, soweit die Spaltschieberbahn und die Bahn der Schiebergegengewichte, die in diesem geschlossenen Theile liegen, es zulassen.

Die Berechnung der Standfestigkeit, bei der auf die Durchbrechung des Kuppelsystemes durch die Spaltbinder Rücksicht zu nehmen war, wurde unter der Annahme durch-

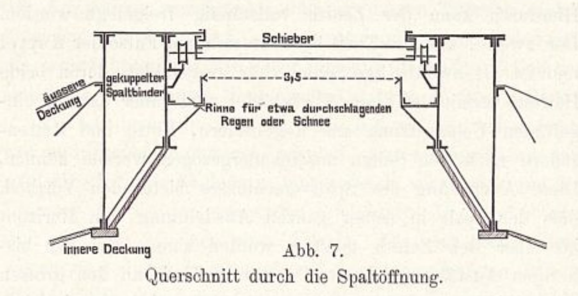


Abb. 7.
Querschnitt durch die Spaltöffnung.

geführt, dafs a) die beiden Spaltbinder die gesamte Belastung aufnehmen sollen — wobei vorausgesetzt wurde, dafs die gekrümmten Gurtungen in ihren gedrückten Theilen durch die Kuppelsparren genügend gegen Ausweichen gesichert sind —; dafs b) die äufsere Kuppel und c) die innere Kuppel die gesamte Belastung unter der Annahme aufnehmen sollen, dafs die Spaltunterbrechung durch die Spaltbinder ausgeglichen wird. Durch die Verbindung dieser drei selbständigen Tragesysteme, die sich gegenseitig unterstützen, konnte die Sicherheit der Construction als gewährleistet angesehen werden.

Der Fufs der äufseren Kuppel erhielt eine überhängende Form, bei der die gangbaren Maschinentheile unter dem Schutze der Kuppelhaut gegen Regen und Schnee hinreichend gedeckt, aber auch wiederum bequem und sicher zugänglich sind. Besonders reichlich war der Ueberhang der Kuppelhaut deshalb zu bemessen, weil der Hohlraum zwischen den beiden Kuppelsystemen wegen des Druckunterschiedes der Luftsäulen als Schlot wirkt, sodafs die anhängenden Regentropfen leicht auf den inneren Rollenkranz fallen konnten. Auch mufste am unteren Ende des Spaltschiebers, bei dessen Anschlufs an die Schiebethür, eine Rinne angebracht werden, damit die auf dem Schieber sitzenden äufseren Niederschläge beim Anziehen des Schiebers nicht in Bewegung kommen und in den Kuppelraum hineinfallen konnten. Zwischen beiden Kuppelflächen befindet sich ein Leitergang, auf dem man bis in die höchsten Theile der Kuppel gelangen kann.

Durch eine Luke kann von dort auch das äufsere Kuppeldach bestiegen werden. Das Gewicht, das bei dem Drehen der Kuppel in Bewegung gesetzt wird, ist ganz beträchtlich; es beläuft sich auf insgesamt 250000 kg. Nach den bisherigen Erfahrungen geht die Bewegung sowohl bei dem Hand- wie bei dem elektrischen Betriebe mit der gröfsten Leichtigkeit vor sich.

Das Fernrohr selbst ist in seinen mechanischen Theilen von der Firma Repsold u. Söhne in Hamburg construirt (Abb. 2 Bl. 40). Es ist auf einer hohen eisernen Säule befestigt und um zwei Achsen drehbar, von denen die eine der Erdachse parallel läuft, während die andere senkrecht hierzu steht. Die ungewöhnliche Gröfse des 12,50 m langen Instrumentes hat besondere Hülfsmittel zu seiner Bewegung erfordert. Wenn auch eine Bewegung durch Druck mit der Hand am unteren Ende des Oculars möglich ist, so geschieht doch in der Regel die Bewegung durch zwei am unteren Ende der Säule angebrachte Handräder mit Zahnradübersetzung. Die zu bewegende Masse wiegt 7000 kg. Da das Sternbild infolge der Drehung der Erde während der Zeit der Beobachtung aus dem Gesichtsfelde des Fernrohres entweichen würde, ist, um das Bild in dem Fernrohre festzuhalten, eine Bewegung des letzteren in umgekehrtem Sinne der Drehung der Erde erforderlich. Hierzu dient das bereits erwähnte im Vorbau aufgestellte Uhrwerk, dessen Regulator sich am Fufse der Säule befindet. Vier Metallstangen, die vom Ende des Oculars bis zur Mitte des Fernrohres reichen, haben den Zweck, das Fernrohr in einer bestimmten Lage festzuhalten, in der alsdann noch feinere Bewegungen vorgenommen werden können. Neben dem Fernrohrkörper befinden sich Mikroskope, mit denen man die auf den Achsen sitzenden Theilkreise vom Ende des Oculars aus ablesen kann. Das Fernrohr selbst ist als Doppelfernrohr construirt und besteht aus zwei über einander gelagerten Fernrohren, von denen das eine zur photographischen Aufnahme der Gestirne und, in Verbindung mit einem Spectographen, zur Aufnahme der Sternspectren bestimmt ist, während das andere, dem ersten genau parallel liegende, als sogenanntes Leitfernrohr bei den photographischen Aufnahmen dient. Mit ihm wird das aufzunehmende Sternbild aufgesucht und eingestellt. Sodann kann nachgeprüft werden, ob das Bild des Sternes während der oft stundenlangen Expositionszeit in der richtigen Lage zu dem photographischen Apparat verblieben und eine genaue Aufnahme gesichert ist. Das erstere Fernrohr endet in einer Cassette oder in einem Spectrographen, das letztere in einem Ocular mit Mikrometerfäden. Um die Festigkeit des Rohres zu erhöhen und Durchbiegungen desselben zu verhüten, sind beide Fernrohre in einer einzigen Stahlblechumhüllung von länglich rundem Querschnitte vereinigt. Beide Objective sind auf einer gemeinschaftlichen eisernen Grundplatte befestigt; das gröfsere hat 80 cm Durchmesser und wiegt etwa 300 kg. Es ist von Schott in Jena gegossen und von Steinheil in München geschliffen und so construirt, dafs die chemisch wirksamen Strahlen sich möglichst in einem Punkte vereinigen, wodurch sich das Fernrohr nur zu photographischen Zwecken, nicht zum unmittelbaren Beobachten eignet. Letzteres kann aber dadurch ermöglicht werden, dafs im Innern des Rohres eine Correctionslinse in den Strahlengang eingeschaltet wird, die eine Achromatisirung der optischen Strahlen bewirkt. Das zweite Objectiv hat 50 cm Durchmesser und dient für die unmittelbaren Beobachtungen; es kann neben seinem Hauptzwecke als Hülfsinstrument auch selbständig zu astronomischen Beobachtungen verwandt werden.

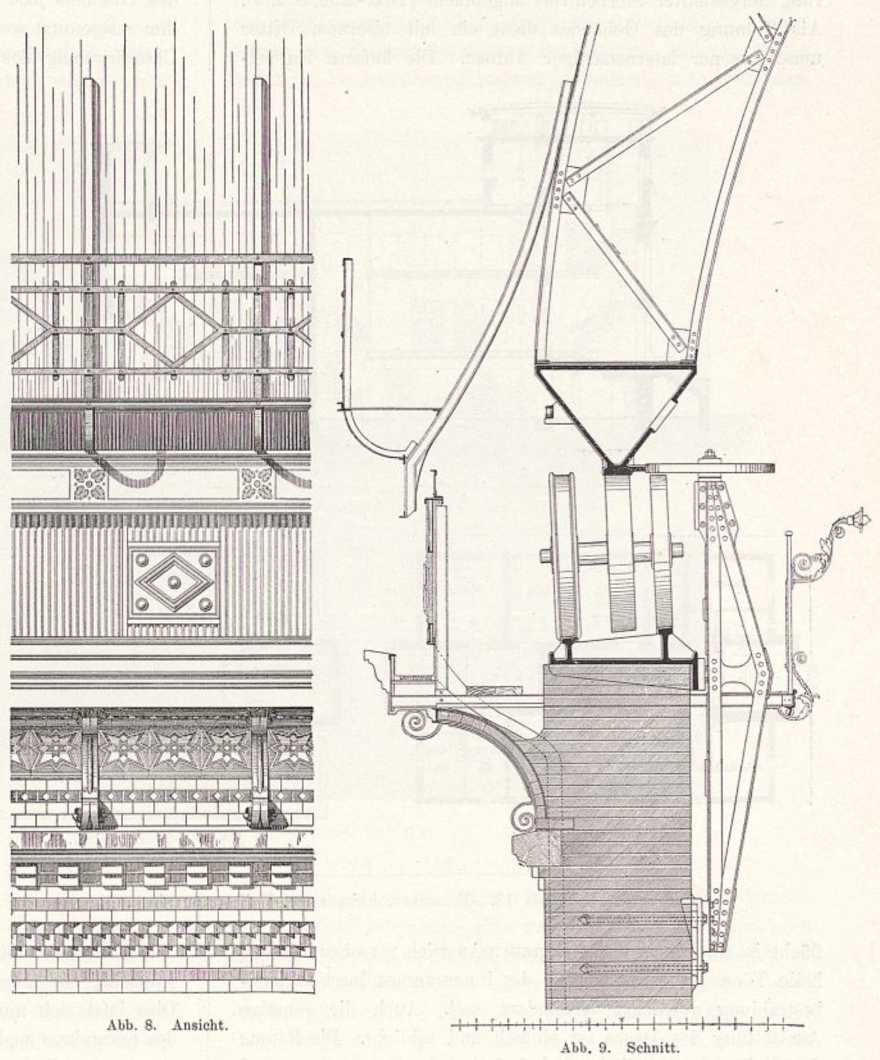


Abb. 8. Ansicht. Abb. 9. Schnitt.

Abb. 8 u. 9. Hauptgesims des Refractorgebäudes.

Was die architektonische Ausstattung des Kuppelgebäudes anbetrifft, so sind demselben einfache Formen gegeben worden,

wie sie in ähnlicher Weise bei dem Hauptgebäude des astrophysicalischen Observatoriums und den übrigen wissenschaftlichen Bauten auf dem Telegraphenberge zur Anwendung gelangt sind (Abb. 1 Bl. 40). Das Mauerwerk ist aus Ziegelstein mit einer äufseren Verblendung von gelben Steinen und unter sparsamer Verwendung von Sandstein hergestellt. Die Mauerfläche ist durch einzelne Zwischenstreifen von rothen Verblendsteinen belebt. In dem gebogenen Theile des Hauptgesimses ist ein aus glasirten Platten in farbiger Musterung hergestellter Sternenfries angebracht (Text-Abb. 8 u. 9). Als Krönung des Gebäudes dient ein mit eisernem Gitter umschlossener laternenartiger Aufbau. Die äufsere Kuppelfläche ist mit einem weifslichgrauen Anstrich versehen, dessen helle Tönung die Erwärmung des Innenraumes durch Sonnenbestrahlung möglichst vermindern soll. Auch die sonstige Ausstattung des Baues ist einfach und schlicht. Die Räume des Erdgeschosses sind mit Leimfarbe, das Treppenhaus und die Wände des Kuppelraumes mit Wachsfarbe gestrichen. Die Treppenstufen bestehen aus Granit. Die Beleuchtung der Räume erfolgt im allgemeinen durch elektrisches Licht; einzelne Gasflammen sind für den Nothfall vorgesehen. In der Kuppel befindet sich in der Höhe der Rollwagen ein Kranz von elektrischen Glühlampen. Die Erwärmung der Räume des Erdgeschosses erfolgt durch Gasöfen, deren Abzugsgase nach dem Keller heruntergeführt, in einem gemeinsamen Rundstrang gesammelt und durch ein im Treppenhause liegendes Steigerohr nach aufsen abgeführt werden. Der Kuppelraum wird nicht geheizt. Die Wasserversorgung und Entwässerung des Gebäudes erfolgt durch Anschlufs an die für alle Gebäude des Anstaltsgebietes gemeinsame Be- und Entwässerungsanlage.

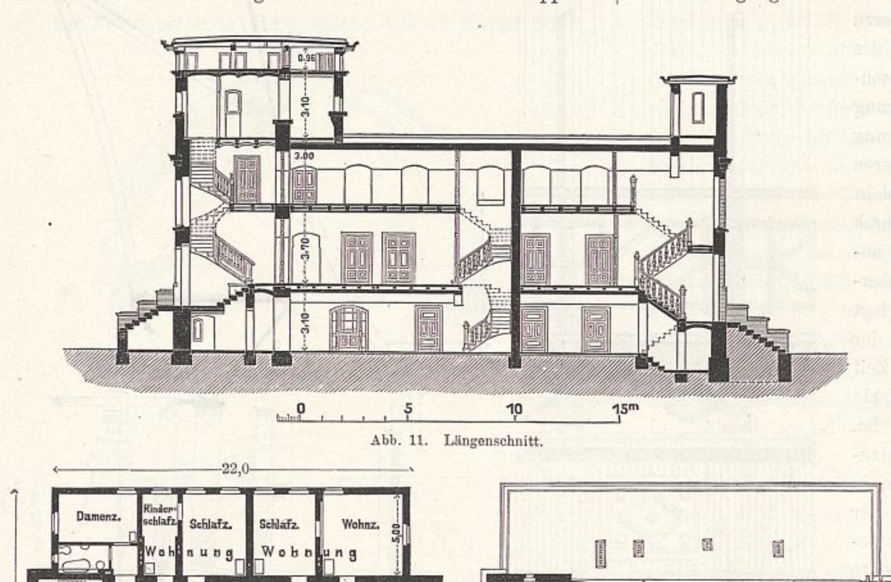


Abb. 11. Längenschnitt.

Abb. 12. Erdgeschofs.

Abb. 13. Thurmgeschofs.

Abb. 11 bis 13. Beamtenwohnhaus mit Heliostatenanlage.

B. Das Beamtenwohnhaus mit der Heliostatenanlage.

Es mufste darauf Bedacht genommen werden, dem bei den Beobachtungen mit dem grofsen Refractor am meisten beschäftigten Observator in unmittelbarer Nähe des Kuppelbaues eine Dienstwohnung zu geben, damit bei den wechselnden Verhältnissen in der Klarheit der Luft oder der Bewölkung des Himmels jede zur Beobachtung günstige Gelegenheit von ihm ausgenutzt werden konnte. Sodann mufste auch für die Unterbringung des mit der Wartung des Gebäudes und der Maschine betrauten Personals, nämlich eines Castellans und eines Maschinisten, gesorgt werden, da ein Wohnen derselben in der Stadt Potsdam der weiten Entfernung wegen nicht angängig war.

Mit dem Bau dieses Dienstwohngebäudes konnte aber noch ein anderer Zweck verbunden werden, dessen Erfüllung bisher nicht gelungen war. Das Observatorium besitzt nämlich ein zu Beobachtungen des Sonnenspectrums bestimmtes Instrument mit grofsem Heliostaten, für dessen passende Aufstellung sich bisher keine günstige Gelegenheit gefunden hatte. Der Bau des Wohnhauses konnte nun so eingerichtet werden, dafs das Haupterfordernifs, die Herstellung einer festen, etwa 15 m langen Bahn in freier und hoher Lage, auf welcher die Heliostatenanlage eingerichtet werden konnte, sich erfüllen liefs.

Die Einrichtung einer solchen Heliostatenanlage ist folgende:

Für die photographischen Sonnenaufnahmen ist es erwünscht, ein möglichst grofses Bild der Sonne zu erhalten. Dies läfst sich nur durch eine verhältnifsmäfsig grofse Länge des Fernrohres und Anbringung eines Vergröfserungsapparates am unteren Ende desselben erreichen. Beides würde bei der gewöhnlichen parallaktischen Montirung des Fernrohres eine Erschwernifs der Construction bedingen und die kostspielige Anlage einer Drehkuppel erfordern. Da nun bei der übergrofsen Helligkeit der Sonne Lichtverluste nicht schaden, giebt man den für Sonnenaufnahmen bestimmten Instrumenten eine unveränderliche feste Aufstellung entweder in der Richtung der Erdachse, wie bei dem alten Heliographen des Observatoriums, oder wagerecht, wie bei der in Rede stehenden Anlage auf dem Beamtenwohngebäude. In beiden Fällen wird das Sonnenlicht durch einen Spiegel, der vermittelst eines Uhrwerkes der Bewegung der Sonne folgt, in das Fernrohr hineingeworfen. Den Spiegel selbst nennt man den Helio-

staten. Diese Art der Aufstellung ermöglicht nun vor allen Dingen die Beobachtung der Sonne durch grofse Spectralapparate, wie das vorerwähnte, im Besitze der Anstalt be-

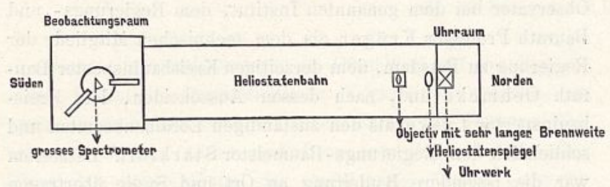


Abb. 10. Heliostatenanlage.

findliche grofse Spectrometer, dessen Anbringung an einem gewöhnlichen Fernrohr seines grofsen Gewichtes wegen nicht möglich ist. Die beigegebene Skizze Text-Abb. 10 zeigt die Anordnung dieser Heliostatenanlage in allgemeinen Zügen.

Die in dem Beamtenwohngebäude untergebrachten Wohnungen für einen Observator, für den Castellan und den Maschinisten liegen von einander getrennt in dem Erd- und dem Kellergeschofs (Text-Abb. 11 bis 13). Der Eingang zu der Observatorwohnung befindet sich an der Südseite des Hauses. Man betritt zunächst einen Vorraum mit der Treppe, die zu der Heliostatenbahn auf dem Dache führt. Die Wohnung besteht aus sechs Räumen mit Zubehör. Auf einer Nebentreppe gelangt man zu den Wirthschafts- und Vorrathsräumen im Kellergeschofs sowie zu dem Dachboden, in dem sich eine Dunkelkammer für photographische Zwecke befindet. Im Erdgeschofs des nördlichen Theiles des Hauses liegt die Wohnung des Castellans, im Kellergeschofs die des Maschinisten. Beide Wohnungen enthalten je zwei Stuben, Kammer, Küche und Nebengelafs. Die seitlich des Mittelflures liegenden Theile des Daches sind mit Holzcement gedeckt. Der mittlere, auf den Gewölben des Flures ruhende, 4,64 m breite und etwa 15,50 m lange Theil des Daches ist asphaltirt und bildet die Heliostatenbahn (Text-Abb. 13). An ihrem nördlichen Ende befindet sich ein Aufbau zur Aufstellung des Spectrometers und zur Vornahme der Beobachtungen. Die äufsere Erscheinung und die innere Ausstattung des Gebäudes schliefst sich an die einfache Bauweise der auf dem Telegraphenberge bereits vorhandenen Beamtenwohnhäuser an (Text-Abb. 14).

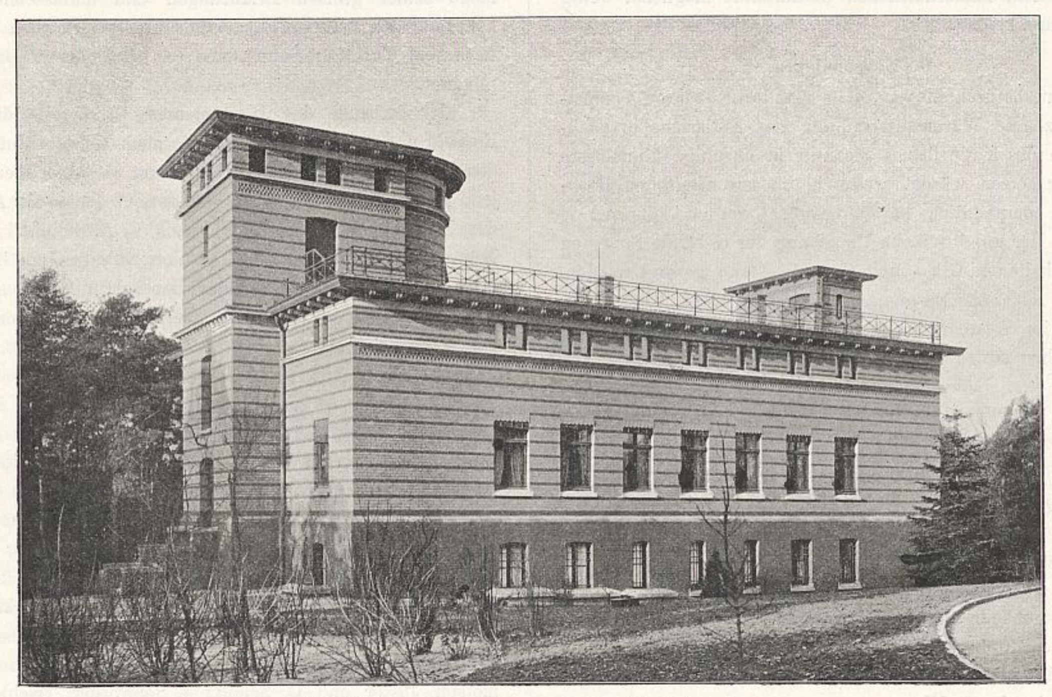


Abb. 14. Beamtenwohnhaus mit der Heliostatenanlage.
Ansicht von Südosten.

C. Das Maschinenhaus.

Es war ursprünglich beabsichtigt, die zur Kraftbeschaffung und Lichtversorgung nöthige elektrische Anlage in den Kellerräumen des Kuppelgebäudes unterzubringen. Hiervon wurde jedoch bei der Ausführung Abstand genommen, da zu befürchten war, dafs die durch die aufzustellende Gaskraftmaschine hervorgerufenen Schwingungen sich auf den Festpfeiler übertragen und auch ein ungestörtes Arbeiten in den Erdgeschofsräumen unmöglich machen würden. Ferner lag die Gefahr nahe, dafs die Entwicklung der Säure der Accumulatorenbatterie nachtheiligen Einflufs auf die Instrumente ausüben könnte. Da schliefslich der Umfang der elektrischen Anlage eine wesentliche Vergröfserung gegen den ersten Plan erfuhr, war der Bau eines besonderen Maschinenhauses erforderlich geworden. Die in diesem Gebäude vereinigten maschinellen und elektrischen Anlagen bestehen aus einem Gasmotor von zwölf Pferdekräften, einer Dynamomaschine und einer Batterie von 60 Elementen. Letztere besitzt eine Spannung von 60 Volt und eine Entladestromstärke von 80 Ampère. Von der Batterie aus wird der Strom in einem unterirdischen Kabel nach dem Kuppelbau geleitet und dort, für Kraft und Licht getrennt, weitergeführt. Der Strom kann auch unter Ausschaltung der Batterie unmittelbar von der Dynamomaschine entnommen werden; aufserdem sind mit Rücksicht auf Experimentirzwecke

die Elemente so geschaltet, dafs dem entnommenen Strome höhere oder geringere Spannungen gegeben werden können. Für die Ueberführung des Stromes nach dem im Erdgeschofs des Kuppelgebäudes liegenden Zimmer für physicalische Untersuchungen dient ein besonderes Kabel. Zur Ladung der Batterie sind fünf Stunden erforderlich.

Der Gasmotor, die Dynamomaschine und die Schalttafel sind zusammen in einem Raume des Gebäudes untergebracht. Besondere Räume sind vorhanden für die Accumulatorenbatterie und für eine Werkstätte des Maschinisten. Die Räume sind von einem kleinen Vorflure aus zugänglich. Das Gebäude hat seine Lage in der Nähe des Beamtenwohnhauses erhalten und ist so angeordnet, dafs es durch Strauchgruppen gröfstentheils verdeckt, in dem landschaftlichen Gesamtbilde möglichst wenig zur Geltung kommt.

D. Nebenanlagen.

Da zu befürchten war, dafs die durch starken Sonnenschein erzeugte Wärmeausstrahlung des Erdbodens in nächster Nähe des Kuppelbaues die Luft in unruhige flimmernde Bewegung setzen würde, wodurch die astronomischen Beobachtungen empfindlich hätten gestört werden können, so mufste in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude für einen wohlunterhaltenen Gras- und Strauchbestand gesorgt werden, der durch reichliche Besprengung eine allzu starke Erwärmung der Luft im Sommer verhinderte. Das Gelände ist daher mit gärtnerischen Anlagen, die aus Rasenflächen mit Gruppen von Coniferen und blühenden Sträuchern bestehen, geschmückt worden. Von Wegeanlagen war die Herstellung einer neuen Zufahrtstrafse erforderlich; sie wurde von der zum geodätischen Institute führenden Fahrstrafse abgezweigt und in ihrer ganzen Länge gepflastert. Die Verbindung mit den Gebäuden des astrophysicalischen Observatoriums ist durch einen breiten Kiesweg hergestellt, der von einer Coniferenhecke und von Laubgehängen eingefafst ist und allmählich nach der Terrasse, die das Hauptgebäude umgiebt, aufsteigt. Die übrigen Wegeanlagen vermitteln den Verkehr zwischen den einzelnen Gebäuden oder bilden die Anschlüsse an die auf dem Gelände bereits vorhandenen Wege.

E. Die Bauausführung.

Für die Bauanlage war durch den Staatshaushaltsetat ein Betrag von 706250 ℳ zur Verfügung gestellt, wovon 270000 ℳ auf die Ausrüstung mit Instrumenten entfielen. Die für Bauzwecke somit verfügbare Summe belief sich auf 436250 ℳ. Bei der Ausführung kosteten das Hauptgebäude 320336 ℳ, das Dienstwohngebäude 63710 ℳ, das Maschinenhaus 3970 ℳ, die Nebenanlagen 46120 ℳ, insgesamt also 434136 ℳ.

Es erübrigt noch, derjenigen zu gedenken, die bei dem Bau in hervorragender Weise mitgewirkt haben. Der zur Berathung aller auf den Bau bezüglichen Fragen eingesetzte besondere Ausschufs bestand aus dem Geheimen Oberregierungsrath Dr. Schmidt als dem Commissar des Ministers der geistlichen, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten, dem Unterzeichneten als dem Commissar des Ministers der öffentlichen Arbeiten, dem Geheimen Regierungsrath Professor Dr. Auwers, ständigem Secretar der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, dem Geheimen Regierungsrath Prof. Dr. Förster, Director der Berliner Sternwarte, dem Geheimen Regierungsrath Prof. Dr. Vogel, Director des astrophysicalischen Observatoriums, dem Professor Dr. Scheiner, Observator bei dem genannten Institut, dem Regierungs- und Baurath Professor Krüger als dem technischen Mitgliede der Regierung zu Potsdam, dem derzeitigen Kreisbauinspector Baurath Oehmcke und, nach dessen Ausscheiden, dem Kreisbauinspector Laske als den zuständigen Localbaubeamten und schliefslich dem Regierungs-Baumeister Starkloff. Letzterem war die besondere Bauleitung an Ort und Stelle übertragen und der Techniker Kratzenberg zur Hülfe beigegeben.

Die Bauverwaltung ist dem Institutsdirector, der bei allen Baufragen in eingehendster Weise mitwirkte und vermöge seiner grofsen Erfahrungen und umfassenden Sachkenntnifs den bei der Bauausführung Mitwirkenden stets mit Rath und That zur Seite stand, zu besonderem Danke verpflichtet.

Als Erbauer des Instrumentes ist bereits die Firma Repsold u. Söhne in Hamburg, die auch bei dem Entwurfe zu dem Beobachtungsstuhl betheiligt war, als Anfertiger der Objective die Firma Schott u. Genossen in Jena, als Ausführer des Schliffes der Gläser die Firma C. A. Steinheil Söhne in München genannt worden. Die Vorrichtungen zur Bewegung der Kuppel einschliefslich des Beobachtungsstuhles wurden von der Firma C. Hoppe in Berlin, die Eisenconstruction des Kuppeldaches von der Firma Bretschneider u. Krügner in Pankow und die elektrischen Betriebs- und Beleuchtungseinrichtungen von der Firma Siemens u. Halske in Berlin ausgeführt. Bei sorgfältiger Berücksichtigung der gestellten zum Theil recht schwierigen Anforderungen haben diese Firmen ihre Aufgaben in der vorzüglichsten Weise gelöst. Zu erwähnen ist auch die verdienstvolle Mitwirkung des Mechanikers Töpfer in Potsdam, der unter anderem die in Verbindung mit dem Instrumente Verwendung findenden Spectrographen hergestellt hat. Von den bei dem Bau betheiligten Handwerksmeistern sind die Hofmaurermeister A. u. H. Bolle, die Zimmermeister Alb. Möller sen. und Conrad Nachf. Herrmann, die Hoftischlermeister Jöster und C. Schultz u. Sohn, der Tischlermeister Schneeweifs, die Hofschlossermeister S. Reichner u. Sohn, die Hoflieferanten F. Kahle u. Sohn und der Hofmalermeister André, sämtlich zu Potsdam, hervorzuheben.

Im Laufe des Sommers 1899 wurde die Bauanlage vollendet und am 26. August desselben Jahres in Gegenwart Seiner Majestät des Kaisers, des Cultusministers, des Ministers der öffentlichen Arbeiten und einer zahlreichen Versammlung hoher Staatsbeamten und namhafter Vertreter der Wissenschaft feierlich eingeweiht. Ein rühmliches Werk, bei dem sich die tüchtigsten Leistungen auf dem Gebiete des Bauconstructions- und des Maschinenwesens, der Feinmechanik und der Optik vereinigen, ist damit vollendet und in den Dienst der Wissenschaft gestellt worden. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dafs bei diesem Bau nur deutsches Wissen und Können zusammengewirkt haben und zwar auf einem Felde, auf dem man vor noch nicht langer Zeit auf die Beihülfe des Auslandes angewiesen war. Möge das Werk seine der Förderung der Wissenschaft gewidmete Aufgabe erfüllen und der astrophysicalischen Forschung reiche Früchte einbringen.

Saal, Geheimer Baurath.

Der neue Schlacht- und Viehhof in Düsseldorf.

Von C. Peiffhoven, Stadtbaurath.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 bis 45 im Atlas.)

Schon frühzeitig wurden in Düsseldorf auf die Fleischschau bezügliche gesundheitliche Vorschriften erlassen, so unter anderen bereits durch einen Erlafs des Herzogs Wilhelm zu Jülich, Cleve und Berg vom Jahre 1546. Ein öffentliches Schlachthaus, das zugleich als Verkaufshalle für Fleisch diente, wird schon im Jahre 1706 erwähnt. Herzog Johann Wilhelm erläfst in diesem Jahre ein „Reglement", in welchem neben Bestimmungen über den Marktverkehr mit Fleisch und den Betrieb in der neuerbauten Schlachthalle Vorschriften über Ausführung der Schlachtvieh- und Fleischbeschau enthalten sind.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts befanden sich in Düsseldorf zwei Schlachthallen, eine an der Dammstrafse, die zweite an der Reitercasernenstrafse, der heutigen „Reutercaserne". Die erstere Halle mufste mit dem Beginn des Ausbaus der Rheinwerfte nach der Neustadt hin aufser Betrieb gesetzt werden, weil man damals eine Ableitung der in den Rhein fliefsenden Abwässer für unmöglich hielt. So war denn um die Mitte des 19. Jahrhunderts nur noch das eine Schlachthaus an der Reutercaserne, die sogenannte alte Halle vorhanden. Dieses mit der Hinterfront an den Rhein grenzende Gebäude bestand aus zwei Hallen, der grofsen und der sogenannten Judenhalle. Das an die Fleischergewerkschaft vermiethete Schlachthaus blieb bis zum Jahre 1875 im Betriebe. Mit der ganz aufsergewöhnlichen Ausdehnung der Stadt Düsseldorf empfand man auch das Bedürfnifs nach einer geräumigeren Schlachthalle. Jedoch konnte diesem Bedürfnisse zunächst nicht entsprochen werden, da es nach den damaligen gesetzlichen Bestimmungen zweifelhaft erschien, ob sämtliche Metzger zur Benutzung eines solchen Schlachthauses verpflichtet werden konnten. Nachdem indessen das Gesetz vom 18. März 1868, die Errichtung öffentlicher Schlachthäuser betreffend, den Gemeinden die Befugnifs beilegte, den Schlachtzwang auszusprechen, beschlofs die Stadtverordneten-Versammlung unter dem 16. Juli 1869, dafs innerhalb des mahl- und schlachtsteuerpflichtigen Theiles der Stadt Düsseldorf das Schlachten sämtlicher Gattungen von Schlachtvieh ausschliefslich in dem am südlichen Ende der sogenannten Golzheimer Insel zu erbauenden öffentlichen städtischen Schlachthause vom Tage der Errichtung desselben an vorzunehmen sei. Bereits im Jahre 1871 wurde an vorerwähnter Stelle, in einer von allen Seiten freien Lage nahe am Rheinstrome, ein Gelände in Gröfse von 83 a 18 qm angekauft und im Jahre 1874 mit dem Bau der Schlachthalle, derjenigen, welche am 2. Mai 1899 aufser Betrieb gesetzt wurde, begonnen. Der Bau wurde so gefördert, dafs die Halle am 5. Januar 1876 in Betrieb genommen werden konnte. Die Gesamtkosten der vom damaligen Stadtbaumeister E. Westhofen erbauten, später vergröfserten Schlacht- und Viehhofanlage mit Einschlufs der Baustelle und inneren Einrichtungen betrugen 420 000 ℳ. Es wurde damals eine Anlage geschaffen, die lange Zeit hindurch als mustergültig betrachtet wurde, nennt doch auch der verstorbene Stadtbaurath Georg Osthoff in seinem klassischen Werke über Schlachthöfe und Viehmärkte*) den älteren Düsseldorfer Schlachthof eine sehr zweckmäfsig gestaltete deutsche Schlachthofanlage. Zweifellos hätte dieser Schlachthof noch auf eine Reihe von Jahren seinem Zwecke dienen können, wenn er nicht im Laufe der Zeit von der fortschreitenden Technik auf dem Gebiete der Lebensmittelversorgung grofser Städte überholt worden wäre. Zunächst fehlte dem älteren Schlachthofe der heutzutage für derartige Anstalten als unbedingt nothwendig erachtete Bahnanschlufs, sodafs sich das lästige Treiben des Schlachtviehes von den Ausladestellen auf den Güterbahnhöfen bis zur Schlachthalle durch die bebauten Stellen der Stadt nicht vermeiden liefs. Auch wurde durch das Fehlen des Bahnanschlusses, sowie grösserer Markthallen, die Entwicklung eines bedeutenderen Viehhandels in Düsseldorf erschwert. Ferner machte sich der Mangel eines bei einem neuzeitlichen Schlachthofe unentbehrlichen Kühlhauses, von Einrichtungen zum Schlachten von Krankvieh immer mehr fühlbar. Die Beseitigung der Schlachthofabwässer erfolgte ohne vorherige Klärung, die Dungstätte und die Dungabfuhr waren höchst unvollkommen. Endlich war nicht zu verkennen, dafs der ältere Schlachthof an seiner jetzigen Stelle, an der ihm die Bebauung der um den Hofgarten, den Stolz des Düsseldorfers, entstandenen Stadtviertel immer näher gerückt war, auf die Dauer nicht verbleiben konnte, um so weniger, als auch bei der starken Zunahme der Bevölkerung der Stadt die Aufgabe des älteren Schlachthofes wegen seiner räumlichen Beschränkung nur eine Frage der Zeit sein konnte.

Die städtische Verwaltung beschäftigte sich daher schon seit Ende des Jahres 1890 mit der Erbauung eines neuen, allen gesundheitlichen und technischen Anforderungen der Neuzeit genügenden Schlacht- und Viehhofes. Von der gröfsten Bedeutung war hierbei die glückliche Wahl eines geeigneten Geländes, die in erster Linie von einem allen Anforderungen entsprechenden Bahnanschlusse, durch welchen namentlich eine schnelle und möglichst häufige Zustellung der Viehwagen erreicht werden konnte, abhängig war. Als Anschlufsbahnhöfe kamen in Betracht: Grafenberg, Bilk, Lierenfeld und der Haupt-Güterbahnhof Derendorf, und zwar war zunächst der Güterbahnhof Grafenberg ins Auge gefafst worden, von welchem der Bahnanschlufs nach dem städtischen Elektricitätswerk ausging. Bei den Verhandlungen mit den Königlichen Eisenbahnbehörden ergab sich jedoch, dafs sich von diesem dem durchgehenden Güterverkehr fernliegenden Bahnhof eine öftere Zustellung der Viehwagen, als zweimal am Tage, schwerlich würde ermöglichen lassen, sodafs von einem Anschlufs nach Grafenberg Abstand genommen werden mufste.

Nicht günstiger gestalteten sich die Verhältnisse hinsichtlich des Bahnhofes Düsseldorf-Bilk. Dieser Bahnhof war damals bereits durch den Güterverkehr ausserordentlich stark belastet. Auch machte der Umstand, dafs an der Linie

*) Handbuch der Architektur, 4. Theil, 3. Halbband, 2. Heft. Darmstadt 1891, Verlag von Arnold Bergsträfser.

Düsseldorf-Neuſs die Hauptgleise südlich von den dem Güterverkehr dienenden Gleisen liegen, der Bahnverwaltung die Gewährung eines Anschlusses für ein südlich des Bahndammes liegendes Grundstück — und nur ein solches konnte in Frage kommen — zum mindesten wenig wünschenswerth und eine schnelle, gesicherte Zuführung von Viehsendungen wenig wahrscheinlich.

Hiernach kamen als Anschluſsbahnhöfe nur noch die Güterbahnhöfe Düsseldorf-Lierenfeld und Düsseldorf-Derendorf in Betracht. Für den Anschluſs an den Bahnhof Lierenfeld konnte jedoch seitens der Eisenbahnverwaltung eine mehr als täglich zweimalige regelmäſsige Zustellung der Viehsendungen nicht in Aussicht gestellt werden. Vor allem aber sprach gegen die Wahl dieses Anschluſsbahnhofes der Umstand, daſs die groſse Zahl der in dem umliegenden Stadttheil Oberbilk befindlichen Fabriken dem Schlachthof, namentlich dem frisch geschlachteten Fleisch zu viel Ruſs, Rauch usw. zuführen würde. Da auf die Häufigkeit und Schnelligkeit der Zustellung der Viehwagen in die Schlachthofanlage das gröſste Gewicht gelegt werden muſste, eignete sich jedenfalls am meisten ein Gelände, von dem ein Bahnanschluſs an den Haupt-Güterbahnhof Derendorf, auf welchem alle, auch die durchgehenden Güterzüge halten müssen, erreichbar war. Hier standen zwei Grundstücke zur Wahl, von denen dasjenige zwischen der Eisenbahn Düsseldorf-Duisburg und der Ratherstraſse, auf welchem die Schlacht- und Viehhofanlage nunmehr errichtet worden ist, wegen seiner jetzt schon vorhandenen und künftig noch leicht zu verbessernden günstigen Wegeverbindungen nach dem Innern der Stadt von allen Betheiligten als das zweckmäſsigste erachtet wurde. Das Gelände liegt in gesunder Gegend, fern von Fabriken; auf der andern Seite lieſs die Nähe des Arresthauses und der zahlreichen Casernen, sowie die Art der Privatbebauung in Derendorf nicht die Befürchtung aufkommen, daſs die Errichtung eines Schlacht- und Viehhofes an dieser Stelle das Gepräge des betreffenden Stadttheiles wesentlich verändern und seine Entwicklung ungünstig beeinflussen würde.

Was nun die Gröſse des Geländes anbelangte, so ging man bei dessen Erwerbung von der Erwägung aus, daſs das Grundstück Raum für eine bedeutende Vergröſserung sämtlicher Gebäude im Falle des hervortretenden Bedürfnisses bieten müsse. Es wurde dabei hervorgehoben, daſs der Münchener Schlacht- und Viehhof, obwohl derselbe schon in den siebziger Jahren errichtet worden ist (1878 eröffnet), nur deshalb noch jetzt als eine mustergültige Anlage hätte verbleiben können, weil er vermöge seiner Gröſse (11,74 ha) eine Vergröſserung bezw. Vermehrung der einzelnen Gebäulichkeiten, sowie die Anbringung jeder Verbesserung gestattete.

Nach Angaben von Osthoff soll nun bei einer rasch wachsenden Stadt das Grundstück für den Schlachthof rund 250 qm, für den Viehhof rund 300 qm für je 1000 Einwohner enthalten. Da man nun zur Zeit der Auswahl der Grundstücke auf etwa 170000 bis 175000 Einwohner bei Eröffnung des neuen Schlachthofes, nach etwa drei Jahren, glaubte rechnen zu müssen, so ergab sich hiernach ein Flächenraum von 8—10 ha für die geplante Schlacht- und Viehhofanlage.

Nunmehr, nach mehr denn zweijährigen Verhandlungen mit den Eisenbahn-Behörden und nach Feststellung des Gröſsenbedarfs konnte der Erwerbung des jetzigen Schlachthofgeländes näher getreten werden. Dieses befand sich damals in den Händen einer gröſseren Anzahl von verschiedenen Eigenthümern. Wegen der hohen Forderungen der meisten Grundstücksbesitzer (12 bis 15000 ℳ für den preuſsischen Morgen) muſste der gröſste Theil der Grundstücke im Wege der Enteignung erworben werden. Nachdem der Stadt Düsseldorf das Enteignungsrecht zugesprochen war, konnte mit den eigentlichen Vorarbeiten begonnen werden. Noch vieler Arbeit und vieler Erwägungen bedurfte es, ehe der zur Ausführung gelangte Plan festgestellt werden konnte. Die allgemeine Anordnung des Planes stammt von dem verstorbenen Stadtbaurath Georg Osthoff her, dem auch die erste Bearbeitung der Entwürfe zu den Schlachthallen und Markthallen, sowie der Verbindungshalle übertragen worden war. Die weitere Bearbeitung des Gesamtplanes, eine theilweise Umarbeitung der eigentlichen Betriebsgebäude, sowie der Entwurf des Trichinenschauamtes, des Kühlhauses und seiner Nebengebäude, des Maschinen- und Kesselhauses, des Ausspannhofes, der Wohn- und Wirthschaftsgebäude, des Pferdeschlachthofes, der Anstalt zur Abschlachtung von Krankvieh, der Kläranlage usw. erfolgte durch das städtische Hochbauamt unter der Leitung des Verfassers, dem hierbei die Herren Abtheilungsvorsteher Volkhart, sowie der Reihe nach die Architekten Wender, Goerke und Genschmer zur Seite standen.

Im Sommer 1895 wurde zunächst der Bahnanschluſs, von dem Haupt-Güterbahnhof Derendorf ausgehend, hergestellt. Im Herbste des Jahres 1895 konnte mit einzelnen Gebäuden begonnen werden, während noch gleichzeitig an dem Entwurf der übrigen Gebäude, namentlich dem Kühlhause und seinen Nebengebäuden in der Zeichenstube geschafft werden muſste, da die endgültige Entscheidung über die zu wählende Kühleinrichtung sich noch bis in das Jahr 1896 hineinzog. Ein wirklich reger Baubetrieb entwickelte sich daher auch erst vom Frühjahr 1896 ab, der dann im Herbste 1898, wo alles auf Fertigstellung der Anlage drängte, seinen Höhepunkt erreichte.

Das für die Anlage gewählte Grundstück (Abb. 6 Bl. 43) hat eine Gesamtgröſse von etwa 9,4 ha oder rund 37 preuſsischen Morgen, es ist also mehr als elfmal so groſs, wie das alte Schlachthofgelände an der Golzheimer Insel. Als Maſsstab für die Gröſsenbestimmung des Schlachthofes wurde die Fleischversorgung einer Stadt von 250000 bis 300000 Einwohnern dem Entwurf zu Grunde gelegt. Das ausgewählte Grundstück ist aber so groſs, und die Anlage der Gebäude erfolgte derart, daſs eine Erweiterung der Anlage um 75 bis 100 v. H. in der Zukunft möglich sein wird. Die einstweilen für den jetzigen Betrieb vorgesehenen Markthallen und Schlachthäuser sind nach vorstehendem und auf Grund statistischer Ermittlungen über den Fleischverbrauch gröſserer Städte für einen Auftrieb, bezw. für eine tägliche gröſste Schlachtung von rund 250 Stück Groſsvieh, 480 Kälbern, 500 Schafen und 550 Schweinen berechnet.

Die einzelnen Baulichkeiten, deren Gesamtanordnung sich aus Text-Abb. 1 ergiebt, lassen sich nun in fünf Gruppen eintheilen und zwar:

1. die Gebäude des Viehmarktes,
2. „ „ „ Schlachthofes,

3. die Gebäude des Pferdeschlachthofes,
4. „ „ „ Schlachthofes für Krankvieh (Sanitätsanstalt),
5. die Verwaltungs-, Wirthschafts- und Wohngebäude.

Der vom Güterbahnhof Derendorf ausgehende Bahnanschlufs zieht sich an der ganzen östlichen Langseite des Grundstückes zwischen diesem und den Hauptgleisen der Linie Düsseldorf-Duisburg hin und besteht vorläufig aus zwei Gleisen. Das westlich gelegene Gleis, neben dem Viehhofgrundstück, dient für die Zustellung, das östliche Gleis für die Abholung der Eisenbahnwagen. Beide sind durch die erforderliche Anzahl Weichen verbunden. Zur späteren Vergröfserung ist noch Raum für ein drittes Gleis zwischen den beiden ausgeführten Gleisen vorgesehen. An die südlich gelegene Weichenstrafse ist eine Drehscheibe angeschlossen, mittels der ein Gleis erreichbar ist, das nach dem Düngerhause und dem unmittelbar neben dem Kesselhause liegenden Kohlenhofe führt. (Abb. 6 Bl. 43.) Die Desinfection der Viehwagen findet in der hierfür vorhandenen Anstalt auf dem Haupt-Güterbahnhofe Düsseldorf-Derendorf statt, sodafs hierfür keine besonderen Einrichtungen auf dem Anschlufsbahnhofe des Viehhofes zu treffen waren. An das westliche Zustellungsgleis schliefst sich nun, bei späterem Bedarf in dessen ganzer Ausdehnung der eigentliche Viehhof an. Unmittelbar neben dem Gleise, 1,12 m über Schienenoberkante, sind die Rampen angelegt und zwar vorläufig in einer Länge von 196 m. Auf diesen Rampen befinden sich die für die Ent- und Beladung der verschiedenen Thiere erforderlichen Zählbuchten, und zwar 8 für Grofsvieh und 8 für Kleinvieh, d. h. Kälber und Schafe, sowie für Schweine. Die bis zu den Buchten 3,50 m breiten Rampen, sowie die Buchten selbst sind mit einem auf Betonunterlage verlegten, undurchlässigen Klinkerfufsboden versehen und an den Kanten mit Granitbordsteinen eingefafst. Zu dem Klinkerpflaster wurden sogenannte „fehlfarbene" Verblendsteine (theils halbe, theils Viertelsteine) verwandt. Diese Steine, welche sich auf vielen älteren Verblendsteinfabriken in gröfseren Massen mangels einer geeigneten Verwendung finden, sind entweder bei der Herstellung zu stark gebrannt oder durch andere Umstände im Farbentone misglückt, sodafs sie wegen ihrer meist grauen, todten Farbe zum Verblenden von Gebäulichkeiten nicht verwandt werden können. Dagegen ist ihre Härte meist eine aufserordentlich hohe, sodafs sie sich als Fufsbodenbelag ganz besonders eignen, wozu auch noch besonders der bisher sehr niedrige Preis — beim Schlachthof wurden 18,60 ℳ für halbe, 11,90 ℳ für Viertelsteine bezahlt — einlud. Durch die verhältnifsmäfsig kleine Oberfläche der Steine und die vielen Cementfugen wird ein Ausgleiten der Thiere, worauf bei solchen Anlagen besonders zu achten ist, wirksam verhindert, ohne dafs eine gute und bequeme Reinigung des Pflasters erschwert wird. Die Abwässer der Rampen werden durch eine unterirdische Entwässerung, in welche Schlamm- und Sandfänge eingeschaltet sind, abgeleitet. Die Zählbuchten sind 6,92 m lang, 7 m breit und 1,43 m für Grofsvieh, 1,10 m für Kleinvieh hoch und aus kräftigen, gufseisernen verzinkten Säulen mit Zwischenholmen aus schmiedeeisernen verzinkten Gasrohren hergestellt. Sie haben in der Mitte jeder Langseite je eine zweiflüglige Thür in der Breite von 2 m für die Kleinvieh- und 2,50 m für die Grofsviehbuchten erhalten. Die Säulen haben 12 cm Durchmesser bei 1 cm Wandstärke, die Holme 5,1 cm Durchmesser bei 3 mm Wandstärke erhalten. In den Grofsviehbuchten sind fünf, in den Buchten für Kleinvieh und Schweine vier Holme über einander angebracht. (Text-Abb. 2.)

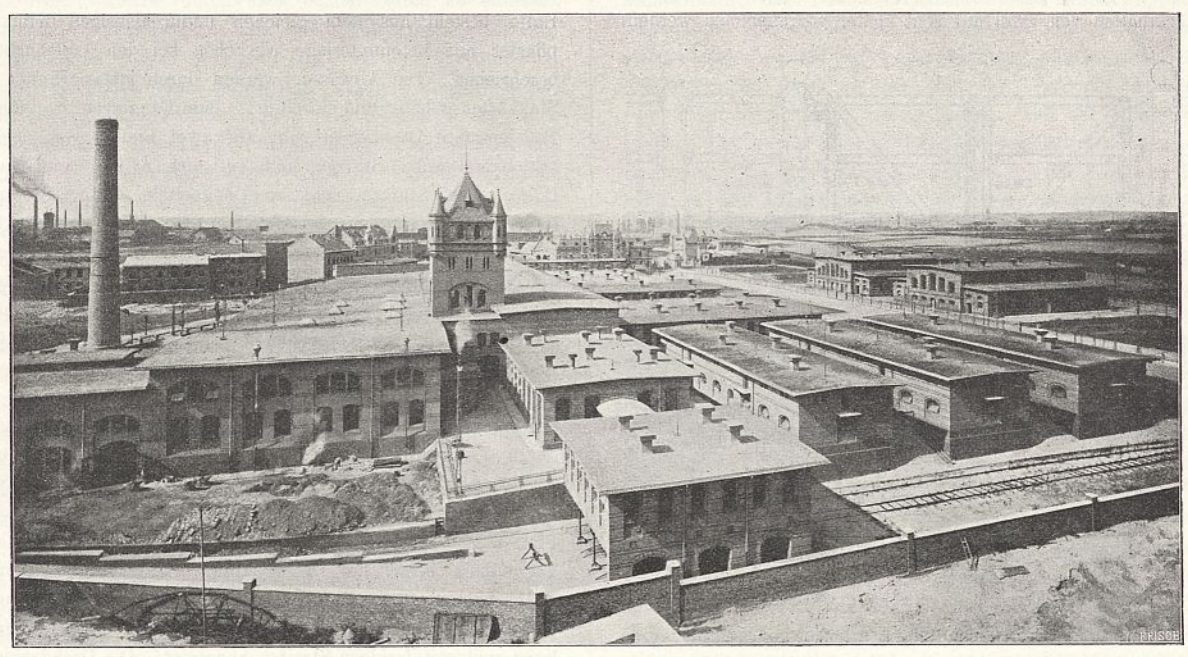


Abb. 1. Ansicht von Süden.

In diesen Buchten werden die mit der Eisenbahn ankommenden Thiere unmittelbar nach ihrer Ankunft gezählt und der ersten thierärztlichen Untersuchung unterworfen.

Erst nach beendeter Untersuchung werden die gesunden Thiere den Stallungen oder Markthallen zugeführt, die kranken oder seucheverdächtigen Thiere aber sofort nach der unten zu erwähnenden Sanitätsanstalt befördert, sodafs letztere Thiere also gar nicht den eigentlichen Vieh- oder Schlachthof betreten.

Parallel mit dem Zustellungsgleis bezw. mit den Ladebuchten sind nun, bezw. werden bei wachsendem Bedürfnifs die Markthallen in einer Reihe neben einander angelegt. (Abb. 6 Bl. 43.) Vorläufig sind nur zwei Markthallen erbaut worden, eine für Grofsvieh und eine für Kleinvieh und Schweine. (Abb. 5 Bl. 44 u. Abb. 1 Bl. 45.) Für den Fall, dafs der Düsseldorfer Viehmarkt sich in der erwarteten Weise entwickeln sollte, kann noch eine bedeutende Vermehrung der Markthallen von zwei auf acht später vorgenommen werden.

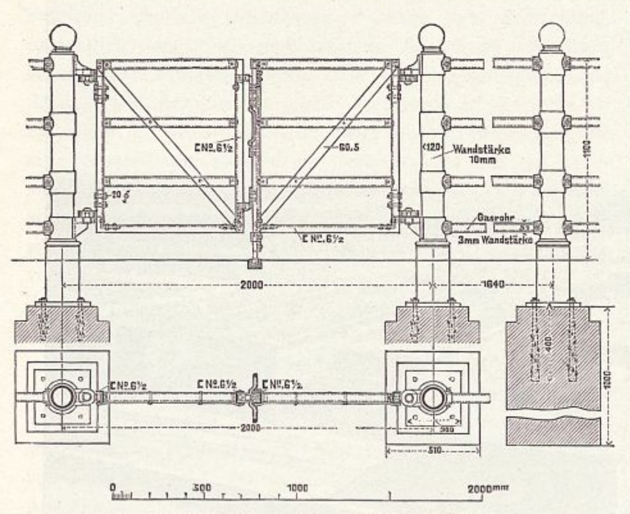


Abb. 2. Einfriedigung der Buchten für Kleinvieh.

Die Markthalle für Grofsvieh hat eine Länge von 38,52 m, eine Breite von 31,52 m, sie bedeckt also eine Fläche von rund 1214 qm und ist für die Aufnahme von 144 Stück Grofsvieh bemessen. Die Höhe der dreischiffig angeordneten Halle beträgt rund 6 m an der Traufkante der beiden Seitenschiffe, rund 10,15 m an den Traufkanten des Mittelschiffes. Sie ist durch eine Zwischenwand in zwei Abtheilungen, die eigentliche Verkaufshalle und die Stallabtheilung zerlegt. Letztere dient zur Unterbringung der an den Markttagen nicht verkauften Thiere, der sogenannten „Ueberständer", sowie zum längeren Aufenthalt der Marktthiere vor Beginn des Marktes. Ueber der Stallabtheilung ist durch gufseiserne Säulen, schmiedeeiserne Träger und Betonkappen eine Zwischendecke eingeschaltet, um einen als Futterboden dienenden oberen Raum zu gewinnen, während in der Verkaufshalle die Dachschalung zugleich die Decke bildet. Die mit Futterkrippen aus Beton versehenen Stände beider Abtheilungen sind paarweise zu beiden Seiten der 2,50 m breiten Eintriebsgänge angeordnet. Zwischen je zwei Futterkrippen, bezw. an den Querwänden der Halle sind Futtergänge von 1,50 bezw. 1 m Breite angelegt, die zugleich zur bequemeren Ausübung der thierärztlichen Untersuchung dienen. Letztere würde nach der Ansicht des Unterzeichneten noch wesentlich erleichtert, wenn man in der Verkaufshalle die hier ohnehin kaum nothwendigen Futterkrippen ganz fortgelassen und sich, wie in der grofsen Verkaufshalle des Kölner Viehhofes lediglich mit Anbringung von eichenen, zwischen schmiedeeisernen Pfosten gespannten Holmen zum Anbinden des Grofsviehs begnügt hätte, wobei aufserdem auch noch an Kosten gespart worden wäre. Die Standbreite des einzelnen Thieres ist auf 1,07 m bemessen. In den östlichen Ecken der Verkaufshalle sind noch zwei kleine Aufenthaltsräume für Aufseher und Arbeiter, in der Stallabtheilung eine Abortanlage und die Treppe zum Futterboden eingebaut. Die Verkaufshalle hat fünf, die Stallabtheilung drei Wellblechschiebethüren, alle von 1,70 m lichter Weite erhalten; der Verkehr zwischen beiden Hallen wird durch drei solche Thüren von 1,80 m lichter Breite vermittelt. (Vgl. den Grundrifs in Abb. 6 Bl. 43.) Der Fufsboden der Halle besteht aus dem gleichen undurchlässigen Klinkerpflaster auf Betonunterlage wie oben bei den Ladebuchten beschrieben. Die Abwässer werden durch offene Rinnen in Sinkkästen geleitet und durch diese dem Canalnetze zugeführt. Das gesamte Dachgerüst ruht auf zwei Reihen von je vier schmiedeeisernen Stützen und auf den Aufsenwänden der Halle. Die Stützen sind aus doppeltem Gitterwerk mit rechteckigem Grundrifs hergestellt und an den Fufspunkten mit Gelenkbolzen versehen, deren Druck auf grofse Abdeckplatten aus bayerischem Granit übertragen wird. Diese Stützen bilden im oberen Theil gleichzeitig die Endverticalen der mit einander fest verbundenen Binder über dem Mittelraum (Satteldach) und den seitlich anschliefsenden Pultdächern. Beide Binder sind als einfaches Fachwerk hergestellt. In der Längenrichtung der Halle sind die Stützen und Binder durch Fachwerkträger in Höhe des Anschlusses der Pultdächer, sowie durch die versteiften Traufpfetten des Mittelbinders mit einander verbunden. Ueber die Binder sind Pfetten aus I Eisen gestreckt, welche die Sparren aus Tannenholz bezw. die Dachschalung tragen. Sparren und Dachschalung sind von der Halle aus sichtbar gelassen und daher glatt gehobelt, gefast und gestäbt, sowie in Oelfarbe lasirt und mit farbigen Streifen abgesetzt. Die Dachdeckung erfolgte in Häuslerschem Holzcement. Ueber den seitlichen Pultdächern sind in dem höher geführten mittleren Theile der Halle durchgehende Fensterwände angeordnet, die der Halle in reichlichem Mafse Licht zuführen. Aufserdem befinden sich in den Lang- und Giebelwänden reichlich bemessene Fenster. Durch eine grofse Anzahl von Kippflügeln in den genannten Fenstern, welche vom Fufsboden der Halle aus mittels kleiner Winden einzeln oder in Gruppen geschlossen oder in beliebiger Stellung gehalten werden können, ist eine ausgedehnte Lüftung der Räume erreichbar. Ferner sind in der Decke noch Dunstschlote und in den Umfassungswänden Lüftungsklappen vorgesehen. Die Wände sind in Höhe von 2 m mit Cementputz, darüber mit Kalkputz versehen und in Leimfarbe angestrichen. Eine Decimalwaage dient zum Verwiegen der Thiere.

Die Markthalle für Kleinvieh und Schweine (Abb. 5 Bl. 44 u. Abb. 1 Bl. 45) hat dieselben Abmessungen und die gleiche Bauart wie die Markthalle für Grofsvieh erhalten. Der als Verkaufsraum bestimmte Theil der Halle enthält 10 Buchten für Kleinvieh und 20 Buchten für Schweine, während die Stallabtheilung für „Ueberständer" 6 Buchten für Kleinvieh und 12 Buchten für Schweine aufweist. Im

ganzen bietet die Halle Raum für 300 Stück Kleinvieh und 600 Stück Schweine, die Buchteneinfriedigungen bestehen aus 0,60 m hohen, 10 cm starken Wänden, die aus hochkantig in Cementmörtel versetzten, von beiden Seiten mit Cementmörtel verputzten Ziegelsteinen bestehen, und oben mit einem L Eisen (70 × 70 × 9 mm) dachförmig abgedeckt sind (Abb. 1 Bl. 45.) Ueber diesen Wänden ist eine 0,60 m hohe verzinkte Gittereinfriedigung aus schmiedeeisernen Rundeisenstäben von 20 mm Durchmesser in 120 mm Entfernung von Mitte zu Mitte zwischen wagerechten Gasrohren von 50 mm Durchmesser und 4 mm Wandstärke angebracht. Zwischen je zwei Reihen der Schweinebuchten sind die nach der Querrichtung verlaufenden, 1,20 m breiten Treibgänge angeordnet, welche durch nach beiden Seiten zu öffnende, sogenannte Wanderthüren nach dem Patent der Firma Beck u. Henkel in Cassel jedesmal nach der der Treibrichtung entgegengesetzten Seite abgesperrt werden können, sodafs eine zwangläufige Führung der Thiere in den Treibgängen erreichbar ist. Die Buchten für Kleinvieh haben abnehmbare, an den Einfriedigungsgittern befestigte Futterraufen, die Schweinebuchten feststehende Futterkrippen aus Cementbeton erhalten. In der Mitte der Wand zwischen Verkaufshalle und Stallabtheilung vor der dort befindlichen Verbindungsthüre ist eine Decimalwaage angeordnet, sodafs die Thiere beim Hinübertreiben aus der Verkaufshalle nach der Stallabtheilung bezw. nach dem Schlachthof die Wage überschreiten können und so das sonst nothwendige Wenden der Thiere innerhalb der Wage beim Austrieb und die hiermit verbundenen Thierquälereien nach Möglichkeit vermieden werden. An Nebenräumen enthält die Kleinviehmarkthalle eine Abortanlage, einen Aufseherraum, eine Tränkeküche und das Treppenhaus zum Futterraum über der Stallabtheilung.

Der östlich gelegene Viehmarkt ist von dem im Westen des Grundstückes angeordneten Schlachthof durch eine 2,24 m hohe Gittereinfriedigung geschieden, um bei einer etwa auf dem Viehhof auftretenden Seuche eine vollständige Trennung des Schlachthofes vom Viehhofe und einen ungestörten Weiterbetrieb auf ersterem zu ermöglichen. Zu diesem Zweck hat der Viehhof auch einen besonderen Zugang vom Vorplatze der ganzen Anlage nebst besonderem Pförtnerhäuschen erhalten. Der Verkehr zwischen dem Schlachthofe und dem Viehmarkte geschieht durch drei, 3,60 m breite, an passenden Stellen der Gittereinfriedigung angelegte Thore. (Abb. 6 Bl. 43.)

Die Gebäude des Schlachthofes gruppiren sich um die 15 m weit gespannte, 141,40 m lange Verbindungshalle, welche einen von Witterungseinflüssen unabhängigen Verkehr mit allen Theilen des Schlachthofes ermöglicht. Die Lage der einzelnen Gebäude ist dem Betriebe derart angepafst, dafs die von den Schlachtthieren zurückzulegenden Wege möglichst kurz werden, dafs keine Kreuzungen im Zutrieb, Schlacht- und Fleischabfuhrverkehr stattfinden, dafs die Zutriebwege des lebenden Viehes zu den Schlachtstellen durchweg auf die Strafsen und nicht in das Innere der Schlachthäuser verlegt sind, und dafs eine leichte und bequeme Ueberführung der geschlachteten Thiere zu den Kühlhäusern durch mechanische Vorrichtungen überall möglich ist.

Oestlich schliefsen sich an die Verbindungshalle die drei Schlachthallen an, und zwar vom Eingange beim Schlachthofvorplatz beginnend, zunächst die Schlachthalle für Schweine, dann die für Kleinvieh — Kälber und Hämmel — und schliefslich die für Grofsvieh, durch 10 m breite Strafsen von einander getrennt. In der Verlängerung der Verbindungshalle befindet sich die Grofsviehkuttelei, und in Verbindung mit dieser, durch einen überdeckten Gang erreichbar, ist das Düngerhaus angelegt, aus welchem der Magen- und Darminhalt unmittelbar in die unter dem Düngerhause aufgestellten Wagen — entweder Landfuhrwerk oder Eisenbahnwagen — befördert werden kann. Westlich schliefst sich an die Verbindungshalle an das Maschinen- und Kesselhaus nebst Brunnenhäuschen, der Wasserthurm, das Kühlhaus mit seinen Nebengebäuden, sowie gegenüber der Schweineschlachthalle das Trichinenschauamt nebst einer Freibank, letztere für den unter Aufsicht der Schlachthofverwaltung stattfindenden Verkauf des minderwerthigen, aber zum menschlichen Genusse noch tauglichen Fleisches bestimmt. In dem vom Trichinenschauamte umschlossenen Hofe ist ein Abortgebäude für die auf dem Schlachthofe beschäftigten Personen eingebaut. Ein überdachter Gang führt von der Verbindungshalle zu dem Betriebshofe der Eisfabrik, in welchem auch der Dampfschornstein der ganzen Anlage eingebaut ist. Südlich von der Grofsviehschlachthalle sind drei Schlachtställe für Grofsvieh erbaut. Die drei Schlachthallen können um je 75 v. H. erweitert werden, ebenso ist jetzt bereits der Platz für einen vierten Grofsviehstall vorgesehen. Dagegen sind die Kuttelei für Grofsvieh, das Düngerhaus, das Kessel- und Maschinenhaus, der Apparateraum nebst Wasserthurm, die Eisfabrik, das Vorkühlhaus und Trichinenschauamt für die künftige, vollständig ausgebaute Anlage des Schlachthofes ausgeführt, da es nach Lage und Bestimmung der betreffenden Gebäude nicht zweckmäfsig erschien, eine nur theilweise Herrichtung der betreffenden Bauwerke vorzunehmen. Das eigentliche Kühlhaus ist zweigeschossig angelegt; für den jetzigen Betrieb ist aber nur das rund 1700 qm grofse Kellergeschofs in Benutzung genommen worden, sowie ein kleiner Theil des Obergeschosses, der als Pferdefleischkühlraum dient. Der weitaus gröfste Theil des Obergeschosses — rund 1600 qm Grundfläche — soll zur späteren Erweiterung dienen.

Die Verbindungshalle hat an den Traufkanten eine Höhe von 10,50 m erhalten, sie ist an passenden Stellen durch hohes Seitenlicht und, wo erforderlich, durch Oberlichter beleuchtet und vom Vorplatze des Schlachthofes aus durch eine 12,92 m weite, 6,50 bezw. 9 m hohe, mit einem 0,64 m starken und hohen Segmentbogen überdeckte Oeffnung zugänglich. Der wagerechte Schub des mächtigen Bogens ist durch eine kräftige Verankerung aufgehoben. Die oben genannten Gebäude lehnen sich mit ihren Giebel- bezw. Langfronten an die Halle an. Die zwischen den Schlachthallen angelegten 10 m breiten Strafsen sind durch 5 m breite, 4,50 bezw. 5,40 m hohe Segmentbogenöffnungen zugänglich gemacht. Der Dachverband besteht aus schmiedeeisernen Fachwerkbindern mit oberer, der Satteldachlinie folgender und mit gekrümmter unterer Gurtung. Die Binderentfernung beträgt 5,60 bis 6,10 m, je nach der Lage der Stützpunkte. Ueber den Bindern sind die schmiedeeisernen I Pfetten, die Sparren und die Schalung in derselben Weise sichtbar angebracht, wie dies oben bei der

Markthalle für Grofsvieh beschrieben wurde. Wie dort ist auch hier die Dachdeckung als Häuslersches Holzcementdach ausgeführt.

Die Schlachthalle für Grofsvieh (Abb. 3 Bl. 43 u. Abb. 4 Bl. 45) ist 44,05 m lang, 23,02 m breit und 6, bezw. 6,60 m bis unter die Sparren des sichtbaren Daches hoch. Sie wird durch Seiten- und Oberlicht erhellt. An der westlichen Giebelseite ist ein Blutraum nebst Wiegeraum, ein Abort, sowie ein Gerätheraum bezw. zweiter Wiegeraum abgetrennt (Abb. 6 Bl. 43). Im übrigen bildet die Halle einen einheitlichen Schlachtraum, der durch gufseiserne Säulen nach der Querrichtung in zwei Schlachtstände von je 8,50 m Breite und einen Mittelgang von 5 m Breite getheilt ist. An jeder der Langseiten befinden sich 13, an der östlichen Giebelseite noch 2 weitere Winden, sodafs im ganzen 28 Stück Grofsviehwinden angeordnet sind, an denen bequem 200 Stück Grofsvieh in einem Tage geschlachtet werden können. Die Entfernung der gufseisernen Säulen von einander beträgt 7,80 m von Mitte zu Mitte. Zwischen je zwei Säulen sind drei Schlachtstände angeordnet, die daher je 2,60 m Breite erhalten haben. Jeder Schlachtstand dient neben der Schlachtung der Thiere noch dazu, eine Anzahl fertig geschlachteter Thiere mittels mechanischer Vorrichtungen beiseite schieben und dort vorläufig belassen zu können, um hierdurch den Schlachtplatz selbst möglichst bald zur weiteren Schlachtung zur Verfügung zu haben. Aus dieser Rücksicht wurde den Schlachtständen die verhältnifsmäfsig grofse Tiefe von 8,50 m gegeben. Jedes Schlachtthier wird nach der Tödtung und nach erfolgter Ausblutung an einer mit Haken versehenen Spreize aus gewalztem Stahlrohr aufgezogen bis zu einer in Höhe von 4,05 m über dem Fufsboden befindlichen eisernen Hängebahn aus I Eisen, auf der kleine, vierrädrige Wagen nach Art der Laufkatzen mit hängenden Doppelhaken, in welche die Spreize mit dem Schlachtthier bequem eingehängt werden kann, laufen. Das so aufgehängte Thier kann nunmehr in leichtester Weise durch einen Arbeiter verschoben werden. Die Ueberführung der Laufkatzen aus der Querrichtung der Schlachthalle nach den in der Längenrichtung angebrachten Hauptgleisen der Hängebahn wird durch Bögen von 1 m Halbmesser und durch Bogenweichen von Phosphorbronce mit festen Zungen vermittelt. Ein seitlicher Druck gegen das zu befördernde geschlachtete Thier genügt, um dasselbe an der Weiche aus der geraden Richtung in die Krümmungen zu leiten. Auf diese Weise kann jedes geschlachtete Thier ohne gröfseren Kraftaufwand sowohl an jede beliebige andere Stelle der Schlachthalle, wie auch in den der Schlachthalle gegenüber liegenden Vorkühlraum geschoben werden. Zum Verwiegen der Schlachtthiere sind am westlichen Ausgange der Halle in die Gleise der Hängebahn zwei Luftbahnwaagen von je 750 kg Tragfähigkeit eingeschaltet, an denen das Schlachtgewicht der Thiere unmittelbar und selbstthätig festgestellt werden kann. An den Wänden der Halle sind Hakenrahmen zum Aufhängen kleinerer Fleisch- und Eingeweidetheile angeordnet. Zum Spülen der Eingeweidetheile usw. dient eine Anzahl von Spültrögen aus gebranntem Steinzeug, welche neben den Hallensäulen und an sonst passenden Plätzen aufgestellt sind. Zur Aufnahme einzelner Theile der geschlachteten Thiere, welche wegen Krankheit oder aus sonstigen Gründen dem menschlichen Genufs entzogen werden sollen, dienen verschliefsbare Kästen aus verzinktem Eisenblech mit drehbarer, trommelartiger Einwurfsöffnung, sodafs ein Herausnehmen der eingeworfenen Theile nur nach Lösung des Verschlusses der Kästen möglich ist. Diese Kästen, sowie die Winden, die Spreizen, die Hakenrahmen und die gesamte Einrichtung der Hängebahnen sind von der Firma Beck u. Henkel in Cassel geliefert und angebracht worden. Der Fufsboden der Halle besteht aus grofsen Platten von gestocktem bayerischen Granit der Firma Gebr. Kerber in Büchlberg bei Passau. Die Abwässer werden in nahe den Längswänden liegende Rinnen geleitet und durch Einläufe mit Schlammfängen und Sinkkästen der Thonrohrleitung und durch diese der Kläranlage zugeführt. Der Dachstuhl wird von den schon erwähnten gufseisernen Säulen getragen, welche durch 94 cm hohe Gitterträger verbunden sind. Auf diesen bezw. den nach der Querrichtung der Halle angeordneten I Trägern, welche mittels kleiner Pfosten die Pfetten tragen, ruhen dann die Sparren bezw. die Dachschalung des Holzcementdaches, welche in gleicher Weise wie bei der Markthalle für Grofsvieh behandelt sind. Die Innenwände der Schlachthalle sind bis auf 2 m Höhe mit glasirten gelblichen Wandplättchen, sogenannten Spaltklinkern bekleidet, die oberen Wandflächen sind mit Kalkputz versehen und in Leimfarbe angestrichen. Auf ausreichende Lüftung wurde auch hier besonderer Werth gelegt, und zwar sind in der Decke sechs Lüftungsschlote von 0,80 zu 0,80 m freiem Querschnitt, in den Umfassungswänden 30 mit Jalousieklappen versehene Luftzuführungscanäle von 0,40 zu 0,40 m Querschnitt angebracht. Aufserdem sind die reichlich angeordneten Fenster als Schiebefenster eingerichtet. Um das Eintreiben der Thiere und einen schnellen Verkehr unter den drei Schlachthallen zu ermöglichen, sind

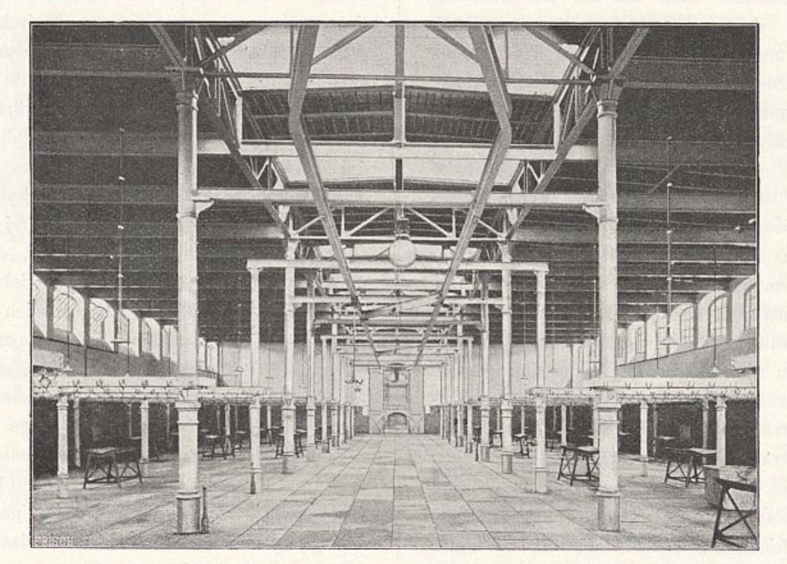


Abb. 3. Schlachthalle für Kleinvieh.

hier, wie in den unten noch zu erwähnenden Schlachthallen Quergänge mit nach den Trennungsstrafsen führenden Thüren angeordnet. Die Breite dieser, wie der an den Giebelseiten der Halle befindlichen drei weiteren Thüren beträgt 2 m.

Die Schlachthalle für Kleinvieh (Text-Abb. 3 u. Abb. 1 Bl. 43) hat eine Länge von 44,18 m, eine Breite von 38,04 m erhalten. Sie besteht aus einem grofsen Mittelraum, der eigentlichen Schlachthalle und daran anschliefsenden Schlachtstallungen, und zwar dem Kälberstall an der südlichen, dem Hammelstall an der nördlichen Langseite. Die Stallungen sind durch 1,20 m hohe, aus hochkantigen Ziegeln, ähnlich wie in der Markthalle für Kleinvieh hergestellte Zwischenwände in je 33 Buchten getheilt und bieten Platz für rund 500 Stück Kleinvieh. Von den Stallabtheilungen abgetrennt ist einerseits ein von der Verbindungshalle zugänglicher Baderaum mit neun Brausezellen für die auf dem Schlachthofe beschäftigten Personen, anderseits ein Geräthe- und Aufseherraum. Die Ställe erhalten seitliches Licht, während die Schlachthalle durch hohes Seiten- und Oberlicht erhellt wird. Der Innenraum der letzteren hat in Entfernungen von 3,90 m zu beiden Seiten des 5 m breiten Mittelganges Doppelhakenrahmen von zusammen 330 m Länge und an den Wänden 70 m einfache Hakenrahmen mit zusammen rund 1400 Stück Haken erhalten, an denen täglich etwa 820 Stück Kleinvieh geschlachtet werden können. Die Schlachtungen finden innerhalb der Hakenrahmengestelle auf hölzernen Schlachtschragen statt. Die Höhe der Hakenrahmen über dem Fufsboden wurde auf Grund von Probeschlachtungen zu 1,77 bis 1,90 m, bei einer Entfernung der Haken von 0,23 m von einander angenommen. Zum Aufziehen und Bewegen der Thiere innerhalb der Hakenrahmengestelle sind Flaschenzüge angebracht, die an Laufkatzen hängen, die in doppelter Richtung fahrbar sind. Durch den Mittelgang der Halle führen zwei hochliegende Hängebahngleise, welche durch Weichen mit einander verbunden sind. Auf diesen findet die mechanische Ueberführung der geschlachteten Thiere durch die Verbindungshalle zum Kühlhause durch einfache, mit vierfachen Haken versehene Laufkatzen in ähnlicher Weise, wie dies bei der Grofsviehhalle beschrieben wurde, statt. Spülbottiche und verschliefsbare Kästen zur Aufnahme der dem freien Verkehr zu entziehenden Fleisch- und Eingeweidetheile sind ebenfalls in gleicher Weise wie in der Grofsviehhalle vorgesehen; ebenso sind Fufsböden, Wände und Decken in der Kleinviehschlachthalle wie dort hergestellt. Dagegen sind die Fufsböden und Wände der Schlachtstallungen in gleicher Weise wie in der Markthalle für Grofsvieh, also aus fehlfarbenen Blendsteinen, bezw. in Cement- und Kalkputz ausgeführt. Für ausreichende Lüftung ist durch Anordnung von Dunstschloten, Lüftungsklappen und Kippflügeln mit Winden-Stellvorrichtungen in den schmiedeeisernen Fenstern gesorgt.

Die Schlachthalle für Schweine (Abb. 2 Bl. 43 u. Abb. 3 Bl. 45) hat eine Länge von 44,05 m, eine Breite von 42,54 m. Sie besteht aus der eigentlichen Schlachthalle und den seitlich angefügten Stallungen, bezw. der Kaldaunenwäsche. Die Schlachthalle selbst ist in der Längenrichtung wieder in zwei Theile getheilt, in den Ausschlachteraum und in den höher geführten Abstech- und Brühraum. Beide Theile sind oberhalb der auch hier angeordneten Laufschienen der Beförderungsvorrichtung durch eine mit Schwemmsteinen ausgemauerte Eisenfachwand getrennt. Diese soll verhindern, dafs die den Brühkesseln entströmenden Dämpfe in den Ausschlachteraum und an das frische Fleisch gelangen. Der westliche Theil der Kaldaunenwäsche ist zu einem Aufseherraum abgetrennt worden. Die Höhe der Schlachtstallungen beträgt rund 4, bezw. 4,20 m, die des Ausschlachteraumes 4,25 bezw. 5,20 m, die des Brühraumes 8,50, bezw. 8,70 m und die der Kaldaunenwäsche rund 4,30, bezw. 4 m, überall von Oberkante Fufsboden bis Unterkante Sparren gemessen. Die mit Landfuhrwerk ankommenden sogenannten Bauernschweine werden an der der Nordseite der Stallabtheilung vorgelegten Rampe entladen und nach Ueberschreitung der dort angebrachten Decimalwaage durch den nördlichen Eingang in den Schlachtstall eingetrieben. Letzterer ist in 29 Buchten abgetheilt, welche von dünnen Wänden mit aufstehendem Gitterwerk eingefriedigt und mit Wanderthüren abgeschlossen sind, wie dies oben bei der Markthalle für Kleinvieh beschrieben wurde. Der Stall bietet Raum für 250 Stück Schweine und ist durch fünf Thüren mit ebensovielen Tödtebuchten des Abstech-, bezw. Brühraumes verbunden. Diese Tödtebuchten sind mit 0,70 m hohen Gittern eingefriedigt, sodafs letztere bequem von erwachsenen Personen überschritten werden können. In der Mitte des Brühraumes stehen fünf Brühbottiche von 1,85 m Durchmesser und 0,90 m Höhe, neben denen eine gleiche Anzahl von Drehkrahnen angeordnet ist, mittels deren die abgestochenen und ausgebluteten Schlachtthiere aus den Tödtebuchten in die Brühbottiche gehoben und von diesen später auf die hinter den Brühbottichen stehenden Enthaarungstische gelegt werden. Die Brühkessel erhalten aufser der Zuleitung von kaltem Wasser eine Dampfzuleitung, wodurch eine unmittelbare Erwärmung des Wassers durch Dampfstrahlgebläse stattfindet. Zur Beseitigung des den Brühbottichen entströmenden Wasserdampfes ist unter jedem Brühkessel eine Dampfheizschlange angebracht, welche die durch Canäle unter dem Boden des Schlachtstalles von aufsen zugeführte frische Luft (Text-Abb. 4) erhitzt und in der Ummantelung des Kessels unter dessen Rand austreten läfst, wodurch der entstehende Wasserdampf in die Höhe getrieben wird. Ueber den Brühbottichen sind dann grofse Dunstschlote aus Eisenblech angebracht, die den Wasserdampf ansaugen und über Dach ins Freie führen. An den Brühraum schliefst sich der durch Oberlicht und seitliche Fenster des östlichen Giebels erhellte Ausschlachteraum an. Dieser hat rund

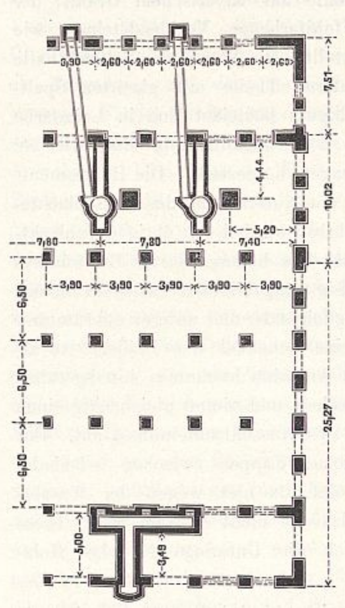


Abb. 4. Schlachthalle für Schweine. Luftzuführungs-Canäle in den Fundamenten.

400 m Hakenrahmen mit 1356 Stück Haken erhalten, an denen täglich 540 Stück Schweine geschlachtet werden können. Zwischen den mit festen Haken versehenen Hakenrahmen sind aufserdem noch 670 Stück auf Flacheisenrahmen verschiebbare Haken zum Anhängen der Weichtheile angebracht. Ueber die Hakenrahmen läuft in jeder Achse derselben ein in doppelter Richtung fahrbarer Flaschenzug, mittels dessen die Schlachtthiere von den Enthaarungstischen an jeden Platz des Ausschlachteraumes der betreffenden Hakenrahmenabtheilung gebracht werden können. Im südlichen Theile der Halle befindet sich nach der Längsrichtung derselben die doppelgleisige, durch Weichen verbundene Hängebahn, auf welcher die Schlachtthiere zur Abfuhr in die Verbindungshalle oder durch diese in den Vorkühlraum geschafft werden können. Südlich an den Ausschlachteraum schliefst sich die Schweinekuttelei oder Kaldaunenwäsche an, an deren Längswänden 45 Stück gufseiserne, emaillirte Waschgefäfse mit ebensoviel Tischplatten zum Waschen und Entfetten der Därme angebracht sind. Ueber je zwei Waschgefäfsen befindet sich ein Dampfwassermischhahn mit beweglicher Auslauftülle, durch den warmes Wasser von jedem beliebigen Wärmegrade erzeugt werden kann. Die Regelung der Wärme geschieht durch Drehung eines Hebels mit einem einzigen Handgriff. Für ausreichende Lüftung der Räume der Schweineschlachthalle durch Dunstschlote, Luftzuführungscanäle und Kippflügel in den Fenstern ist hier besonders gesorgt worden. Nach dem Ausschlachteraum sind an der Südseite, unter dem Fufsboden der Kaldaunenwäsche herlaufend, besondere Canäle zur Zuführung von frischer Aufsenluft hergestellt worden (Text-Abb. 4). Der Fufsboden der Schlachthalle und der Kuttelei ist wie in der Grofsviehhalle aus bayerischem Granit, der des Schlachtstalles aus fehlfarbenen Verblendsteinen wie in den Markthallen hergestellt. Die Wände der Schlachthalle und Kuttelei sind im unteren Theile mit glasirten Spaltklinkern, darüber mit Kalkputz bekleidet und in Leimfarbe angestrichen. Die Wände der Stallabtheilung sind wie bei den Kleinviehstall-Abtheilungen hergestellt. Die Holzcementdächer der Stallabtheilung, der Kuttelei und des Ausschlachteraumes sind von unten sichtbar wie bei den übrigen Schlachthallen hergestellt. Das Dach des höhergeführten Brühraumes wird von fünf ungleichmäfsig ausgebildeten Fachwerkbindern mit oberer, der Dachneigung folgender und unterer gekrümmter Gurtung getragen. Der eine Schenkel des Binders ist als Stütze bis zum Boden des Ausschlachteraumes hinabgeführt, dort mit einem Gelenk versehen und nimmt gleichzeitig einen Theil der Dachlasten usw. des Ausschlachteraumes auf. Der Brühraum ist mit Kleineschen Kappen zwischen schmiedeeisernen I Trägern überwölbt, da hier wegen der Wasserdämpfe eine sichtbare Holzdecke nicht rathsam war. Diese Decke bildet dann zugleich die Unterlage für das Holzcementdach.

Südlich von der Grofsviehschlachthalle befinden sich die Schlachtställe für Grofsvieh, welche in drei getrennten Gebäuden Raum für 134 Stück Grofsvieh bieten. Zwei Grofsviehställe sind vollständig gleichmäfsig ausgestattet und erhalten je zwei, durch einen Querflur vollständig abgesonderte Stallabtheilungen, während der dritte Stall ein Fett- und Häutelager mit Bureauraum, sowie eine Stallabtheilung, alle mit getrennten Zugängen, erhält. Aufserdem befindet sich in jedem Stall ein Treppenraum als Zugang zu den oberen Futterböden, sowie in den beiden erstgenannten Gebäuden je ein Knechteraum. Die Ställe haben eine Länge von 36,80 m, eine Breite von 11,12 m, im Erdgeschofs eine Höhe von 3,80 m von Fufsboden- zu Fufsbodenoberkante und im Dachgeschofs ein Höhe von 2,50 bezw. 2,80 m bis Unterkante Sparren erhalten. An den Längswänden der Ställe befinden sich Futterkrippen aus Stampfcementbeton und darüber schmiedeeiserne durchgehende Futterraufen. Die Standbreite beträgt rund 1,02 m. Der Fufsboden in den Ställen ist aus fehlfarbenen Verblendsteinen, in dem Fett- und Häutelager, sowie in den Futterböden aus Cementbeton mit Feinschicht hergestellt. Die Wände haben bis zu einer Höhe von 2 m Cementputz, darüber glatten Kalkmörtelputz und Leimfarbenanstrich erhalten. Die Decken sind zwischen schmiedeeisernen Trägern gewölbt. Die Pfetten werden von gufseisernen, in Entfernungen von 4,065 m aufgestellten Säulen getragen. Der Dachstuhl ist aus Holz hergestellt, das Dach selbst in Häuslerscher Weise ausgeführt. Zum bequemeren Einbringen des Futters sind im Dachgeschofs kleine Ladebühnen auf schmiedeeisernen Consolen ausgekragt. Für gute Lüftung ist durch Luftzuführungsöffnungen in den Aufsenwänden, Abzugsschlote, sowie durch stellbare Kippflügel in den Fenstern gesorgt. Das Fettlager ist durch verzinkte Vergitterungen mit Schiebethüren in acht einzelne Zellen abgetheilt, welche an die betreffenden Händler vermiethet werden.

Westlich von den Grofsviehställen ist, durch den Absperrzaun in zwei gleiche Hälften getheilt, eine 20 m lange, und 4 m breite Düngergrube angelegt, deren eine Hälfte vom Viehhof, deren andere Hälfte vom Schlachthof benutzt wird.

An der südlichen Giebelseite der Verbindungshalle und in nächster Nähe der Grofsviehschlachthalle ist die Kuttelei für Grofs- und Kleinvieh erbaut. Das in den Abb. 4 u. 6 Bl. 43 und in Abb. 2 Bl. 45 dargestellte Gebäude ist 25,03 m lang, 16,02 m breit und 6,50 bezw. 6,80 m bis unter die Sparren hoch. Es bildet einen einheitlichen grofsen Raum, dessen Fufsboden aus Cementbeton mit reichlichem Gefälle nach den Sinkkästen der unterirdischen Entwässerung besteht, dessen Wände bis zur Höhe von 2 m mit glasirten Thonplättchen bekleidet, darüber in Kalkputz mit Leimfarbenanstrich hergestellt sind. Das Holzcementdach wird von drei schmiedeeisernen Bindern mit schwach geneigter oberer und mit gekrümmter unterer Gurtung getragen. Ueber den oberen Knotenpunkten der Binder sind die I Eisenpfetten gelagert, welche die Sparren und Schalung des von unten sichtbaren Daches tragen. An den Wänden des Raumes sind 34 Kaldaunenwaschgefäfse mit ebensovielen Entfettungstischplatten angebracht. Ueber je zwei Waschgefäfsen befinden sich Dampfwassermischhähne in derselben Ausführung wie in der oben beschriebenen Schweinekuttelei. Im mittleren Theile des Raumes sind vier Wampenbrühbottiche von je 1,50 m Durchmesser zum Brühen der Köpfe, Füfse und Eingeweidetheile, sowie eine Anzahl Entfettungs- und Abschabetische mit Eichenholzplatte angebracht. Die Brühbottiche sind in gleicher Weise wie in der Schweineschlachthalle mit Luftzuführung von aufsen, Dampfheizschlangen und grofsen Dunstschloten zur Abführung des Wasserdunstes ausgestattet. Aufserdem ist durch Luftzuführungscanäle in den Umfassungswänden und grofse Kipp-

flügel, die $^2/_3$ der gesamten Fensterflächen einnehmen, für eine hier besonders nothwendige, ausgiebige Lüftung gesorgt.

Südlich von der Kuttelei und von dieser durch einen mit Wellblech überdachten Verbindungsgang zugänglich gemacht, befindet sich das Düngerhaus, das aufserdem ohne Durchschreitung der Kuttelei von den benachbarten Strafsen des Schlachthofes erreichbar ist. Das Gebäude, in den Abb. 5 u. 6 Bl. 43 dargestellt, ist 16,02 m lang, 13,77 m breit und 4,50 bezw. 4,75 m bis Unterkante der Sparren hoch. Dasselbe dient zum Entleeren der Rindermägen, zu welchem Zwecke in dem tiefer liegenden Hofe neben dem Düngerhause eiserne Kastenwagen aufgestellt sind, in welche der Dünger durch die im Boden des Hauses angebrachten trichterförmigen Einschüttöffnungen unmittelbar gebracht werden kann. Die Kastenwagen sind entweder als Eisenbahnfahrzeuge oder als Landfuhrwerke eingerichtet, je nachdem die Abfuhr erfolgen soll. Nach jedesmaliger Füllung werden die Wagen sofort zur Abfuhr gebracht, sodafs ein längeres Aufspeichern des Schlachthofdüngers nicht stattfindet. Zur Erzielung des bei vorbeschriebenem Betrieb der Düngerabfuhr nothwendigen Höhenunterschiedes von 3,58 m zwischen Oberkante Bahngleis und Oberkante Fufsboden des Düngerhauses war eine ziemlich starke Steigung der zu letzterem führenden Strafsen nothwendig. Fünf grofse, an der Südwand des Düngerhauses aufgestellte Spültröge dienen zur weiteren Reinigung der Rindermägen. Die Abwässer werden durch offene Rinnen in Sinkkästen und von diesen in das Canalnetz geleitet. Der Fufsboden des Hauses besteht aus Cementbeton mit Feinschicht, die Wände haben in einer Höhe von 2 m Cementputz, darüber Kalkputz erhalten und sind in Leimfarbe angestrichen. Die Decke des Untergeschosses, sowie das Holzcementdach ruhen auf gufseisernen Säulen, über welche schmiedeeiserne I Träger gestreckt sind, welche den von unten sichtbaren Holzdachstuhl tragen. Eine ausgiebige Lüftung ist durch Dunstschlote in der Decke, Luftzuführungscanäle im unteren Theile der Umfassungswände und grofse, die gesamte Fensterfläche umfassende Kippflügel mit Windenstellvorrichtung erreicht worden. (Schlufs folgt.)

Entwicklung des Uferschutzes vor dem Elbdeich bei Scheelenkuhlen in der Wilstermarsch.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 und 47 im Atlas.)

Die an der Westküste Holsteins, am rechten Ufer der unteren Elbe gelegene Flufsmarsch, welche nach ihrem Hauptort, der Stadt Wilster, den Namen Wilstermarsch führt, wird im Norden von der politischen Grenze zwischen Holstein und Dithmarschen, dem sogenannten Holstengraben oberhalb Brunsbüttels und weiter im allgemeinen vom Kaiser Wilhelm-Canal, im Osten von dem Geestrücken Mittelholsteins, im Süden von der Stör und im Westen von der Elbe umgrenzt. Die Bedeichung der Marsch gegen diese beiden Flüsse ist nachweislich von Osten her vor sich gegangen, und zwar folgend der Gründung der einzelnen Kirchspiele. Danach sind die an der Westküste der Marsch, d. h. an der Mündung der Stör und längs der Elbe liegenden Kirchspiele Wewelsfleth, Brockdorf und St. Margarethen die jüngsten und ersichtlich bereits nach grofsen Gesichtspunkten von Holländern colonisirt und bedeicht worden, wenn auch sicherlich vorher bedeichte Ansiedlungen sächsischen Ursprungs bestanden haben mögen, die zum Theil später wohl in den holländischen aufgegangen oder mit diesen verschmolzen sind. Sie sind noch in kleineren, an der Eintheilung der Felder und an Entwässerungsgräben erkennbaren Resten und Spuren aufzuweisen. Ueber die genaue Zeit der Colonisirung und Eindeichung fehlen indes sichere Quellen und Angaben, ebenso über Lage und Umfang der ersten Deiche. Wenn auch wahrscheinlich ist, dafs die gegen die Stör gerichteten Deiche an derselben Stelle, wie bei der ersten Anlage, noch heute vorhanden sein mögen, so lag aber jedenfalls die anfängliche Grenze der Wilstermarsch im Westen gegen die Elbe erheblich weiter nach dem Strom hinein als jetzt, und es ist ebenso als gewifs anzunehmen, dafs von den ersten Deichen längs der Elbe keine Spur mehr vorhanden sein wird. Ferner ist erwiesen, dafs in deren Schutz gelegene Ansiedlungen samt Kirchen dem Ansturm der Elbfluthen zum Opfer gefallen sind, und nicht minder, dafs, als die Anlegung der jetzt vorhandenen Deiche erfolgte, noch ein breites Vorland vor denselben bestanden hat, aus dem zum mindesten die Erde für deren Bau entnommen worden ist. Dem Abbruch am rechten Ufer des Stromes und dessen fortschreitender Verlegung dahin ist allmählich der Anwuchs am anderen Ufer naturgemäfs gefolgt; was die Elbe dort aus ihrem Bett als Anlandung und der landwirthschaftlichen Verwerthung harrende Fläche wieder emporwachsen liefs, entrifs sie hier am holsteinischen Ufer den machtlos oder sorglos zuschauenden Anwohnern. Die Lage der Elbdeiche der Wilstermarsch zur Richtung des Stromes liefs von vornherein schwere Kämpfe gegen dessen gewaltiges Andrängen voraussehen, das mit dem fortschreitenden Anwachsen des linken Stromufers sich ständig steigern und worin auch in weiterer Zukunft kaum eine Aenderung zu erwarten sein wird, da seit jeher die Vertheidigung der Deiche, zumal auch die vorherrschende Sturmrichtung auf sie hingewandt ist, äufserst schwierig und kostspielig sich gestalten mufste. An der Westseite der Wilstermarsch hat der Schwerpunkt ihrer Vertheidigung von der ersten Zeit der Besiedlung an gelegen. Die dafür getroffenen Aufwendungen und Kampfesmittel hervorragender Art bieten darum zu der Beschäftigung mit ihrer Entwicklung um so mehr Veranlassung, als der Abschlufs der Schutzwerke nach grofsem und einheitlichem Plane jetzt erfolgt ist.

Auf dem Lageplan (Abb. 1 Bl. 46 u. 47), welcher die Elbdeiche der Wilstermarsch nebst den am Anfang des verflossenen Jahrhunderts bestehenden Schutzwerken zeigt, sind auch die ehemaligen allerdings wohl nicht bis ins einzelne zutreffenden Grenzen der Wilstermarsch gegen die Elbe eingetragen worden, entnommen aus dem geschichtlich bedeutsamen Werke über die holsteinischen Marschen von Detlefsen, aber doch genugsam begründet durch einzelne geschichtlich feststehende Angaben, um

daraus eine übersichtliche topographische Darstellung fertigen zu können. Die eingetragenen Jahreszahlen geben die Zeit der ersten und letzten Erwähnungen der ehemaligen Belegenheit an. Der Vergleich des einstmaligen und jetzigen Zustandes führt deutlich erkennbar vor Augen, in welchem schweren Kampfe gegen die Macht der Fluthen die Wilstermarschbewohner vor Jahrhunderten bereits am Elbdeiche gestanden haben, und zeigt, dafs sie auf diesem Kampfplatz noch Geschlechter hinaus unentwegt aushalten müssen, bevor sie mühsam der Elbe nur so viel wieder abgerungen haben werden, dafs die tägliche gewöhnliche Fluth den Deichfufs nicht mehr unmittelbar bespült. Wahrscheinlich wird das ehemalige Elbufer zur Zeit der ersten Bedeichung höheres Gelände gewesen sein, auf welchem die Deiche sicher gegründet werden konnten, und vor diesen noch genügend breites Vorland in der ganzen Ausdehnung des Elbdeiches, um gegen die Nothwendigkeit einer Zurückverlegung der Deiche und des Zurückweichens vor dem Stromangriff, gegen den auf die Dauer sich zu schützen die ersten Colonisatoren sich jedenfalls weder technisch noch materiell machtvoll genug wufsten, auf eine längere Reihe von Jahren gesichert zu sein. Zweifelhaft mufs es erscheinen, ob damals schon die Schwierigkeit zum Bewufstsein gekommen war, dafs mit dem Zurückweichen vom hohen Elbrande, vielleicht dünenartigen Gepräges, wie die weiter oberhalb noch jetzt vorhandenen Reste ehemaliger Bänke, die Rhinplate vor Glückstadt und vor Bielenberg aufweisen, der Untergrund für die Wiedererrichtung neuer Deiche binnenwärts ungleich ungünstiger und ungeeigneter werden würde.

Dem Verlassen der alten Kirchdörfer Wewelsfleth an der Störmündung und Elredefleth vor dem heutigen St. Margarethen um die Wende des 15. Jahrhunderts und deren Neugründung binnenwärts mufs die Zurückziehung der Wilstermarsch-Elbdeiche bis in ihre heutige Lage vorausgegangen sein. Auch ein wiederbegründeter neuer Koog vor St. Margarethen und Büttel im 17. Jahrhundert (1614) war bereits vor Ablauf desselben (1684) den Fluthen wieder preisgegeben, und der nach der Entstehung dieses neuen Koogs zum Mitteldeich gewordene alte Deich von St. Margarethen-Büttel ist seit 1699, als eine Neueintheilung desselben zum Zwecke der Unterhaltung vorgenommen worden ist, seitdem wieder in die Klasse der Hauptdeiche zurückgetreten. Abgesehen von einer weiteren im Jahre 1762 ausgeführten Eindeichung des an den Wilstermarschdeich anschliefsenden Brunsbütteler Neuenkoogs, in welchem der westlichste Theil des St. Margarethener Kirchspiels einbegriffen ist, haben Veränderungen in der Linie der Hauptdeiche der Wilstermarsch an der Elbe nicht mehr stattgefunden. Oftmals zwar war die Gefahr für deren Bestand nahe gerückt durch Versinken einzelner Deichstrecken in dem weichen moorigen Untergrund, so namentlich am Ende des 18. Jahrhunderts (1792) und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts (1867) nach Ausführung gröfserer Deichverstärkungen und Aenderungen des Besticks (Querschnitt) des Deiches, dessen Kronenhöhe anfänglich 12 Fufs wahrscheinlich betragen hat, später auf 14 Fufs und nach 1720 von 14 Fufs bis auf 20 Fufs im Jahre 1752, 1792 auf 22 Fufs und 1868 auf 23 Fufs über gewöhnlich Hochwasser an den bedrohtesten Stellen gestiegen war. Diese Gefahr wird auch nimmer aus dem Auge gelassen werden dürfen, da unter dem Deich nach den Bodenuntersuchungen vom Jahre 1846 auf einer Kleischicht von 1 bis 1,50 m Stärke eine 3 bis 4,50 m mächtige weiche Moorschicht folgt, unter welcher erst nach einer weichen, aus Thon, Lehm und Sand abwechselnd folgenden Schicht in etwa 8 bis 9 m Tiefe der feste Seeboden ansteht.

Mit dem Eingehen von Elredefleth (um 1500) wurde die Deichstrecke bei St. Margarethen und von Altenhafen bis Arentsee, insonderheit an der Deichhucke (Vorsprung) bei Scheelenkuhlen — in Deichregistern aus dem 16. Jahrhundert noch Immenkuhle genannt —, lange Zeit der Schwerpunkt des Vertheidigungskampfes, ob die eingedeichte Wilstermarsch überhaupt erhalten werden könne oder nicht. Mit dem Verluste des Vorlandes oberhalb und in noch erheblicherem Mafse unterhalb, dem folgend auch der St. Margarethener und Bütteler Aufsenkoogdeich unaufhaltsam hatte zum Opfer fallen müssen, und wegen der darauf zurückzuführenden Zunahme der anschliefsenden Einbuchtungen trat dieser Punkt immer mehr als Einbau in den Strom hervor, an dessen Kopf sich gleiche Veränderungen der Flufssohle, wie bei jedem Buhnenbau, einstellten. Die Wirkung mufste in kolkartigen Vertiefungen sich zeigen und damit schliefslich die Erkenntnifs durchdringen lassen, dafs mit der Zunahme der Ursache der immer weiter in die Stromrichtung hervortretenden Deichecke deren Wirkung als Vertiefung und Annäherung der Auskolkung an den Deichfufs in einem erheblicheren Umfang einmal auftreten könnte, als künstliche Mittel zur Vertheidigung dieses Punktes anwendbar und verfügbar sein möchten. Unter solchen Bewandtnissen ist dann die behördliche Sorge neben der der unmittelbar betheiligten Deichvertreter um besondere Schutzmafsregeln für die Deichecke bei Scheelenkuhlen schon frühzeitig hervorgetreten, und es mufs zugegeben werden, dafs die betheiligte Marsch es nicht an Bereitstellung von Mitteln hat mangeln lassen, so oft besonders drohende elementare Ereignisse die Gefahr für den Deich bei Scheelenkuhlen nahe gerückt hatten erscheinen lassen, und so oft unter deren Druck die Wichtigkeit der Erhaltung von Scheelenkuhlen für den Bestand der Wilstermarsch überhaupt wieder zum Bewufstsein gebracht worden war.

Soweit sich zurückverfolgen läfst, bezeugt solche Fürsorge zuerst ein von dem Amtmann zu Steinburg bei Itzehoe, zu dessen Verwaltungsbezirk die Wilstermarsch gehörte, herbeigeführter Zwangsvergleich vom 23. Juni 1607 zwischen den Königl. Fürstlich Sehestedtschen Unterthanen zu Sachsenbande bei Wilster und der Vierstieghufener Schleusengemeinde über die Unterhaltung des „Alten Kirchhofes Schleusenteichs und Bolwerks“, weil der Deich dort besonderen Schutzes bedürftig war, nachdem anstatt der bis dahin am Huckwehr (Deichvorsprung) bei Scheelenkuhlen vorhandenen zwei kleinen Schleusen die Vierstieghufener Schleuse getreten war. Dieser Vergleich nimmt Bezug auf eine gutachtliche Entscheidung vom 4. Mai 1594, deren voller Wortlaut zwar nicht bekannt ist, aber doch die Wichtigkeit, welche diesem Deichpunkt beigemessen wird, darin bekundet, dafs Auskoogsleute, d. h. Leute aus fremden Koogen, aus der Kollmarschen Marsch, zur Begutachtung über die Schutzmafsnahmen herangezogen werden. Auch sollte nach diesem Vergleich, der übrigens von König Christian IV. von Dänemark am 20. April 1635 von neuem anerkannt wird, besonders auch „der Butenteich (Vorland) in gebührende Pflege gelegt werden“, ein Beweis

dafür, dafs zwischen der Altenhafener und Vierstieghufener Schleuse zu jener Zeit noch Vorland vorhanden war. Infolge der Vastelfluth (Fastabendfluth) von 1625 ist das vorerwähnte Bollwerk nach Osten zu erweitert und daraus wohl das „Steenhöft" (Steinhaupt) entstanden, dessen zum ersten Male im Jahre 1634 Erwähnung geschieht. Es ist aber darunter keineswegs ein einzelner Punkt bei Scheelenkuhlen, sondern die ganze vorspringende Deichstrecke zwischen Altenhafener und Vierstieghufener Schleuse zu verstehen. Eine im Jahre 1635 auf Befehl Christians IV. zusammenberufene Commission unter dem Oberdeichgrefen Martin Typotius, bestehend aus Auskoogsleuten aus den benachbarten Marschen, Dithmarschen, Eiderstedt, Krempe und Kollmar, welche Mittel zur Befestigung und Erhaltung des in der Sturmfluth October 1634 durchbrochenen Deiches bei Scheelenkuhlen vorschlagen soll, spricht schon von dem Steindeich daselbst und empfiehlt unter anderen den bei ihrer Anwesenheit bereits wieder geschlossenen Bruch mit Erde und Strauch, Stein und Pfählen in den vorigen Stand zu setzen, denn der Deich müfste hier zunächst gehalten werden, da es gefährlich sei und mit grofsen Kosten verknüpft, hier eine Einlage d. h. Zurückverlegung des Deiches zu machen, wegen der niedrigen und moorigen Gründe, auf die der eingelegte Deich gelegt werden müfste. Ferner wird auf Grund dieses Gutachtens von Christian IV., der im Herbst 1634 die Durchbruchstelle persönlich besucht hatte, durch Mandat vom 20. April 1635 verordnet, dafs daselbst zur Beförderung des Anwuchses und Abwehr des Stromes auf der Aufsenseite vier „Dükeldämme oder kleine Strauchhäupter, zwey auf die Fluth und zwey auf die Ebbe" gelegt werden. Auch „anlangend die an solchen Steindeich engst angelegenen Vierstieghufener Schleuse, dadurch bishero der des Orts sehr nöthige Anwachs merklich verhindert und zur Verhütung allerhand Landesgefahr" soll sie in Rücksicht ihres „bresthaften" Zustandes niedergelegt und verstopft werden. Sie wurde danach von hier nach der Kampritter Wettern an der Stör verlegt, von wo sie erst 1770 an die alte Stelle zurückverlegt worden ist. Ein Mandat des Königs vom 30. Juli 1635 an die „Clöster-, Adeliche und Ritter Lansten" fordert, dafs diese durch gehörige Zwangsmittel zur „Reparirung des Steinhauptes" angehalten werden. In der „Newe Landtcarte von dem Amte Steinborg Anno 1651" von Dankwerth findet sich an dem Deich bei Scheelenkuhlen die Bezeichnung „Steinhövet", während wieder in einer Amtsverfügung vom 24. Juli 1674 die Bezeichnung „der alte steinerne Teich" gebraucht wird. Es wird also die Bezeichnung Steinhaupt, Steinhöft und Steindeich für dieselbe Deichstrecke unterschiedslos gebraucht.

Die vorerwähnten vier Dükeldämme werden, wenn auch im besonderen deren Lage nicht genannt ist, nach dem Anlafs ihrer Anordnung zu schliefsen und mit Rücksicht auf die ganze Ortslage unzweifelhaft an der Deichecke bei Scheelenkuhlen erbaut gewesen sein und sie sind demnach geschichtlich als die ersten Uferschutzwerke am Deich bei Scheelenkuhlen, vornehmlich wohl zu dem Zweck der Landerhaltung und Landgewinnung, anzusehen. Das später zu behandelnde „alte grofse hölzerne Höft" ist 1634 noch nicht vorhanden gewesen, wenn auch Culemann in seinem Denkmal der grofsen Wasserfluthen de Wilster 1728 sagt „bei der Nordstrandschen Ueberfluthung (11./12. October 1634) die in dieser (Wilster) Marsch im gleichen stark und entsetzlich gewüthet, 29 Grundbrüche gemacht, insonderheit das Holten Hövet (hölzernes Höft), welches in den Mandaten Christians IV. Steinhövet genannt wird, übern Haufen geworfen." Wenn er damit zutreffend berichtet hätte, so würde dessen in dem Gutachten des Typotius zum mindesten Erwähnung geschehen und vor allem die Wiederherstellung eines für den Deichschutz so bedeutsamen Bauwerkes empfohlen und danach verordnet worden sein. Erst aus einem Resolut König Friedrichs III., dem Nachfolger Christians IV., vom 15. März 1663 kann auf das Vorhandensein des „Pfählernen Hauptes" vor Scheelenkuhlen geschlossen werden. Jedenfalls infolge besonderer Nothlage und Berichterstattung hatte der König seinen Obersten und General-Ingenieur Heinrich Rufi zur Besichtigung des Pfählernen Hauptes bei St. Margarethen und der dabei belegenen Deiche und Dämme entsandt. Nach dessen Bericht verordnet der König, dafs die Reparation und Erbauung des besagten „Pfählernen Hauptes" nachbleibe, da das Pfahlwerk dort mehr schädlich als nützlich sei, und dafs das allda vorhandene hohe Vorland den Deich ziemlich beschütze.

Dagegen solle die Wilstermarsch den Deich mit Kampsteinen befestigen und verwahren und daneben das kleine Pfählerne Haupt in baulichem Wesen unterhalten. Unter dem Deich mit hohem Vorland vor St. Margarethen ist der sogenannte Neue Koogsdeich verstanden, der 1614 erbaut und bereits 1684 wieder aufgegeben ist, dagegen liegt das zu erhaltende kleine Pfählerne Haupt demgemäfs an einer Stelle, wo kein hohes Vorland den Deich schützt und neben dem mit Kampsteinen befestigten Deich. Und dieser Punkt bei St. Margarethen ist die Deichecke bei Scheelenkuhlen. Die Erbauung des später oft genannten „alten grofsen Höftes" fällt demnach in die Zeit von 1635 bis 1663, jedenfalls also in eine Zeit, nachdem die Dükeldämme als unwirksam für die Erhaltung und Wiedergewinnung des Vorlandes oder Wattes sich erwiesen hatten und ein besserer Schutz von einem kräftigen Bauwerk erwartet wurde.

Unter Dükeldämmen sind niedrig angelegte, bei Eintritt der Fluth bald untertauchende Dämme zu verstehen, die aus Faschinenpackwerk hergestellt der Watterhöhung vornehmlich dienen sollten, während Höfter aus tief gerammtem steilen Pfahlwerk bestanden haben mit einer dicht schliefsenden Riegwand — dicht schliefsenden Pfahlreihe —, gegen welche auf der oberen und unteren Seite Schrägpfähle sich stützen, mit verbreitertem Kopf aus einzelnen Pfählen, deren äufsere Reihen ebenfalls schräg gerichtet sind und die unter einander durch Riegelwerk und schweres Eisenzeug fest verbunden sind. Ihr Zweck war hauptsächlich, dem Vordringen des Stromes gegen das Ufer hin Einhalt zu setzen. In solchen Höftern wurde über ein Jahrhundert lang der allein wirksame Schutz für den Wilstermarsch-Elbdeich erblickt, da die äufserlich sichtbaren Erfolge wenigstens die Verlangsamung des Abbruchs bekundeten, während die schädlichen Nebenwirkungen der steil abfallenden Köpfe der Höfter und die Heranziehung der Tiefen an Watt und Deichfufs erst spät erkannt wurden und noch viel später dem unmittelbar davon betroffenen Deichband in seinen Vertretern zum erschreckenden Verständnifs gelangten. Schwer rächte sich an der Wilstermarsch dies sowohl, wie die Kurzsichtigkeit und der Unverstand, dafs in der Erhaltung des Aufsendeichlandes nicht der beste Schutz

für den Deich selber erblickt wurde. Noch im ganzen 17. Jahrhundert war vor dem Elbdeich fast überall Aufsendeichland vorhanden gewesen.

Bei einer Neuauftheilung der Deiche im Kirchspiel Brockdorf vor Arentsee auf Veranlassung des Amtmannes Detlef Ranzau unter dem Deichgrefen Johann Albers wird im Register vom 11. Mai 1638 eine Arentseer Stöpe (verschliefsbare Erniedrigung der Deichkrone für eine Durchfahrt) von 11 Fufs Breite erwähnt, welche das Aufsendeichland von der Binnenseite her zugänglich machte. Ferner erinnert in Anlafs „jüngst gehaltener Generalen Teichschauung des Elbteiches" eine Amtsverfügung vom 29. Juli 1674, dafs die „Stöpen im Teich zwischen dem alten Steinernen Teich und dem Brockdorfer Hafen wohl ausgebessert werden", und rügt, dafs das „Vorland von dem Brockdorfer Teich bis an der Hollerwetterung nicht ordentlich durchgegraben, oder dafs die Ausgraben nicht fleifsig aufgemacht werden." Weiter erhellt aus einer Zusammenstellung von Grundstücken, welche der auf St. Petri (29. Juni) 1692 vom Amt zurücktretende Deichgrefe Joh. Nagel sen. giebt, dafs die Arentseer noch Aufsendeichland hatten „noch haben sie im Butendiek den Damm nach der Elbe dahl zwischen Hans Meklenburg und Peter Manns Erben Butendiek, breit ein Ruthen acht Fufs, nach der letzten Maafse Anno 1688." Endlich giebt noch Zeugnifs für das Vorhandensein von Aufsendeich vor Arentsee ein Mandat des Amtmannes Christoph Blome zu Itzehoe vom 4. October 1720 dahin lautend, dafs „die Schiffer und Ewerführer sich der neuerlich gemachten Einfahrt in den Arentseer Aufsen-Teich ferner zu enthalten haben, wo vor einigen Jahren eine neue Einfahrt gemacht, so fast einem kleinen Hafen ähnlich, wodurch aber solcher Canal immer mehr erweitert wird, mithin der Wilsterschen neuen Seite an ihren Teichen künftig grofser Schaden zuwachsen könne."

Die Erhaltung des lange Zeit einzigen Höftes vor den Elbdeichen bei Scheelenkuhlen hat die Marsch sich indes eifrigst angelegen sein lassen. Sie ermächtigt durch Achtbeschlufs vom 18. Mai 1690 ihre Deichgrefen „das hölzerne Höft, wo es nöthig, zu repariren", und weiter veranlassen die Deichgrefen den Amtmann Christoph Blome von Steinburg „wesgestalt das hölzerne Höft ohnelängst beschädigt worden und anjetzt das Holz und Eisen weggestohlen, sodann auch am Steinteich die zur Befestigung der Steine eingestofsenen Pfähle ausgezogen würden" zu einem Verbot vom 2. April 1716, worin denn auch „den Grobschmieden angedeutet wird, kein Eisenwerk von dem hölzernen Höft zu kaufen". Aus den Benennungen „das hölzerne Höft" ohne dessen Lage näher bestimmende Zusätze ergiebt sich schon, dafs nur dies eine Höft am Elbdeich vor Scheelenkuhlen vorhanden gewesen ist. Die Richtigkeit dieses Schlusses wird aber auch bestätigt durch eine Karte in dem Wilstermarsch-Archiv, freilich ohne Jahreszahl und Angabe des Verfassers, auf welcher vor Scheelenkuhlen nur ein „hölzernes Höft" eingezeichnet und so benannt sich findet. Aus dem Anlafs zum Ursprung dieser Karte, nämlich binnendeichs diejenigen Ländereien festzustellen, aus denen zur Ausbesserung und Verstärkung der Deichstrecke bis 210 Ruthen oberhalb und 130 Ruthen unterhalb der Scheelenkuhlenecke, wo auf dem Plan kein Aufsendeichland mehr eingezeichnet ist, Boden entnommen werden kann, und aus dem vorgenannten Verbot von 1716 mufs geschlossen werden, dafs die Entstehung der Karte entweder während des Zeitraums der von 1717 bis 1721 alljährlich auftretenden hohen Sturmfluthen, durch welche grofse Schäden an den Deichen verursacht waren, oder bald danach, etwa 1722, fällt. Auch der Verfasser der Karte wird in dem beeidigten Landesmesser der Wilstermarsch Claus Mehlert gesucht werden müssen, dessen Thätigkeit zwischen 1699, der Zeit der Neueintheilung des neuen alten Deiches vor St. Margarethen, welcher 1684 nach dem Verlassen des neuen Koogsdeiches wieder zum Hauptdeich geworden ist, und 1738 bei den wiederkehrenden Aufmessungen des Abbruchs am St. Margarethener Aufsendeichland actenmäfsig nachgewiesen ist. Nach vorstehenden Ausführungen ergiebt sich, dafs das sogen. alte grofse Höft erst nach 1635 und vor 1663 erbaut worden ist, und dafs es auch bis 1725 noch das einzige vor dem Wilstermarsch-Elbdeich und bei Scheelenkuhlen gewesen ist, läfst eine Erwiderung der Wilstermarsch-Deichgrefen, an den Amtmann von Steinburg am 22. Juni 1725 gerichtet, erkennen, welche die Weigerung der Kamperritter Eingesessenen zu Beiträgen von Busch und Pfählen für Höfter am Elbdeich betrifft und worin die Deichgrefen sich „gleich auf das Exempel des höltzernen Hauptes" beziehen, zu dessen Anlage und Erhaltung jene beigesteuert hätten. Es mufs aus dieser Eingabe also geschlossen werden, dafs die Folgen der Sturmfluthzeit 1717 bis 1721, deren eine am Neujahrsabend 1721 nach Culemann „an beiden Seiten der sogenannten Scheelenkuhlen grofse Brüche des Elbe-Teiches an unterschiedenen Orten bis auf den Boden von Grund aus ausgerissen und weggespült", den Bau weiterer Höfter nothwendig gemacht hat infolge Abbruches des Wattes und des Vorlandes vor den Deichen, was auch unmittelbar aus einer Resolution des Königs Christian VI. vom 4. October 1734 hervorgeht. Dieser Königliche Beschlufs verbietet nämlich die Ausfuhr von Kampsteinen, die zur Abdeckung des Deiches an der Elbe nothwendig sind, weil „der Aufsendeich oder Vorland an vielen Orten dergestalt fortgerissen und noch ferner abbreche, dafs die Tiefe gerade am Teich geht". Auch in der Einleitung zu seinem Gutachten vom 30. März 1737 über den Befund des Elbdeiches der Wilstermarsch sagt Kammerrath und Deichgrefe Schmidt aus Oldenburg, dafs er den gefährlichen, von unten bis oben an die Kappe mit schweren Steinen belegten, sonst aber von allem Vorland entblöfsten Deich von Brockdorf bis St. Margarethen angesehen habe. Die Sturmfluthen von 1717 bis 1721 haben also das Vorland fast vollständig vernichtet und die Tiefe dem Deichfufs nahe gebracht; nur im Kirchspiel Brockdorf war 1743 noch an drei Stellen, und zwar bei der Mühle, bei der Kirche und bei Arentsee, etwas Vorland geblieben.

Bei dem geschilderten Zustande, dafs der Strom nunmehr auch an anderen Stellen, als bei Scheelenkuhlen unmittelbar an den Deich herangetreten war, und dafs wahrscheinlich das bislang einzige Höft den weiteren Wattabbruch dort während jener Fluthzeit nicht hatte aufhalten können, drängte solche Zwangslage zur Fortsetzung des zwar kostspieligen, aber mangels der Kenntnifs anderer geeigneter Deichschutzmittel unumgänglichen Baues von Höftern, deren Werthschätzung überdies zu jener Zeit auch noch aufser Zweifel stand. Und in der That sind denn auch nach 1725

weitere Höfter vor den Elbdeichen und im besonderen das zweite Höft vor Scheelenkuhlen entstanden. Es ist dies in einer Entgegnung der Wilstermarsch-Deichgrefen gegen einen Plan zum Schutz des St. Margarethener Aufsendeichs, worauf später noch zurückgekommen wird, vom Februar 1781 ausgeführt worden, nämlich, dafs im Jahre 1743 im ganzen drei Höfter vor dem Wilstermarsch-Elbdeich bestanden hätten, zwei davon vor Scheelenkuhlen, und dafs in demselben Jahre mit dem Bau von vier Höftern weiter vorgegangen wäre, von denen zwei unmittelbar am Steindeich vor Arentsee, wo alles Vorland bereits fortgerissen war, und zwei so, dafs sie dem Schutz des geringen Aufsendeichs vor Brockdorf noch dienen konnten, aber man hätte die Absicht verfehlt, die Abspülung des Aufsendeichs oder Vorlandes wäre dadurch nicht gehemmt. Von 1743 bis 1765 sind alsdann vor den nach der Fluth von 1751 völlig vom Vorland entblöfsten Elbdeichen der Wilstermarsch noch 18 hölzerne Höfter erbaut worden, deren Lage die Elbdeichkarte von Marxen aus den Jahren 1768/69 zuerst zeigt und deren Erhaltung bis über den Anfang des neuen Jahrhunderts hinaus zu den Aufgaben der Deichvertheidigung gehört hatte. In Abb. 1 Bl. 46 u. 47 sind diese Werke eingetragen. Die Erbauungszeit des zweiten hölzernen Höftes mufs nach vorstehenden Untersuchungen auf das Jahr 1725 oder 1726 angenommen werden. Ueber den Zustand des Wattes vor Scheelenkuhlen im Jahre 1743 sagt der obige Schriftsatz der Deichgrefen: „Zwischen den beiden hölzernen Höftern auf Scheelenkuhlen war dazumal (1743) die Tiefe der Elbe so eingedrungen, dafs vor dem Fufs des Deiches 7 bis 9 Fufs Tiefe bei hohler Ebbe (gewöhnlich Niedrigwasser) war.“ Das sogenannte alte grofse Höft litt sehr viel, und man sah, „dafs es die Gewalt des darauf andrängenden Stromes zuletzt nicht aushalten, sondern unnütz werden würde. Der Elbestrom rifs aber das Watt weg und verursachte die Tiefe am Fufs des Deiches. Man verlängerte also das zweite kleine Höft, und als man hiervon gute Wirkung sahe, so ist die Verlängerung des kleinen Höftes nachher noch zweimal wiederholet worden.“ Es habe sich sowohl hier, so führen die Deichgrefen weiter aus, wie an allen übrigen Stellen, wo später die weiteren 18 Höfte gebaut seien, eine Aufhöhung des Wattes gebildet, sodafs im Jahre 1781 nach der Ansicht der Deichgrefen die Wilstermarsch-Elbdeiche „gar nicht in Gefahr, sondern viel sicherer, als in vorigen Zeiten — ja sogar an der vorher gefährlichsten Stelle auf Scheelenkuhlen — seien, denn auch hier vermehrt sich das Watt zwischen den beyden Höftern noch von Jahren zu Jahren, sowohl in der Länge, als in der Breite“. Man mufs nach solchem Urtheil der Deichgrefen über den Nutzen der Höfter, wenn es überhaupt als offen und ehrlich in dem Kampfe gegen die im Deichinteresse anderweit für erforderlich gehaltene Befestigung des Aufsendeichs unterhalb Scheelenkuhlens gelten kann, allerdings erstaunt sein über die hartnäckige Auflehnung gegen die bessere Einsicht auf Grund der fünfzigjährigen Erfahrungen und nach den in sachverständigen Gutachten niedergelegten Ansichten über die ungünstigen Nebenwirkungen der hölzernen Höfter.

Den Werth der Höfter für den Deichschutz beschränkt bereits in seinem Gutachten vom 30. März 1737, wo also aufser den beiden Höftern bei Scheelenkuhlen nur noch eins vor Arentsee vorhanden war, der Kammerrath und Deichgrefe Schmidt aus Oldenburg, indem er auf die Vertiefungen vor den steilen Köpfen infolge der Wirbelbildungen hinweist, und zu dem Bau einer 300 Fufs langen Schlenge d. h. eines aus Faschinen gebauten und niedrig gehaltenen Wattwerks zur besseren Haltbarkeit der hölzernen Höfter und zum Versuch eines dadurch zu befördernden Anwuchses am geeigneten Ort Scheelenkuhlen rieth. Indes die Deichgrefen mifstrauten solcher im Verhältnifs des Stromangriffs leichten Bauweise und hielten für ausreichend, wenn die hölzernen Häupter, ingleichen der Steindeich in untadelhaftem Zustand gehalten werden. Auch die auf Veranlassung der Regierung im Jahre 1750 darüber weiter gehörten Sachverständigen, Oberconducteur Hotrup und Deichgrefe Feddersen im Christian Albrechts Kooge, hatten dem Schmidtschen Vorschlage nicht zur Durchführung verhelfen können. Die Wiederherstellung der Schäden der verhängnifsvollen Sturmfluth von 1751, bei welcher nach dem darüber erstatteten unparteiischen Bericht vom 1. November 1751 auf Scheelenkuhlen eine Brake, „worin zwei Rammkisten drei Ruthen lang gemacht werden mufsten“, gerissen war, nahm alle Kräfte der Marsch in Anspruch mit der Instandsetzung der durchgerissenen Deiche, mit dem Verbauen der Grundbrüche und mit dem Belegen der Deiche mit Steinen. Bis zum Jahre 1755 hatten noch nicht einmal die hölzernen Höfter wiederhergestellt werden können, sodafs durch solche Aufwendungen der Marsch für ihren Deichschutz weitere Schritte für Versuche mit dem Bau von Schlengen nicht mehr zur Erörterung gelangten. Auch nahm der Amtsnachfolger des Schmidt, der Justizrath und Deichgrefe Hunrichs aus Oldenburg, der als Sachverständiger für die Bedeichung des 1762 geschaffenen neuen Koogs zwischen St. Margarethen-Büttel und Brunsbüttel zugezogen war, in einem Gutachten vom 5. August 1760, welches er nach Anhörung des Oberconducteurs Hotrup und von vier Auskoogsleuten erstattet hatte, nicht den entschiedenen Standpunkt seines Amtsvorgängers bezüglich des Werthes von Höftern und Schlengen ein, indem er, wie die Erfahrung gelehrt hat, unrichtigerweise meinte, dafs „die Tiefe des bei St. Margarethen-Scheelenkuhlen durch Höfter zu Wege gebrachten Ausfalles sich nicht sonderlich mehr nähern wird, auch der Grund in der Tiefe von der Qualität ist, dafs durch anzulegende Höfter sich der Strom wahrscheinlichsterweise abhalten und das Ufer beschützen läfst“. Er erklärt darum für den Deichschutz an den Elbdeichen die Höfter als zweckmäfsig und für geeigneter als Schlengen. Bedauerlicherweise wurden dadurch die Deichvertreter der Marsch in ihrem Vertrauen zur allein ausreichenden Wirkung der Höfter für den Deichschutz bestärkt, während der jedenfalls richtigere Vorschlag des Kammerraths Schmidt, neben den vorhandenen Höftern zum Zweck der Wattverbesserung Schlengen zu bauen, dadurch vollends an Aussicht verlor.

Erst die Uebertragung eines Gutachtens an den Professor Tetens aus Kiel über Deichschutzanlagen im benachbarten Deichband Süder-Dithmarschen war die Ursache, dafs die Erörterungen über den Werth der hölzernen Höfter und Schlengen vor dem Wilstermarsch-Elbdeich im Jahre 1779 wieder auftauchten. Während nun Tetens in einem Promemoria vom 26. August 1779 und in einem Gutachten vom 29. September 1779 den Höftern neben den Nachtheilen der Vertiefung vor ihren Köpfen einen gewissen Nutzen

durch Verhinderung schnellen und schweren Abbruchs einräumt und darum für ihre Erhaltung spricht und Schlengen nur neben diesen zulassen will, wie s. Z. der Kammerrath Schmidt, ist der gleichfalls zur Abgabe eines Gutachtens veranlafste Wasserbaumeister Remels aus Hannover ganz entschieden gegen Höfter, da sie keine Verschlickung bringen, die Tiefen dem Deichfufs nähern und sich selbst dadurch den Halt nehmen; er erachtet sie darum für nutzlos und schädlich, spricht für ihren Abbruch und empfiehlt für die erforderliche Wattbildung die Anlage von niedrigen Schlengen. Unter solchen Vorerörterungen wurde dann von Tetens und dem Lehnsmann Christiani aus Koldenbüttel am 22. Januar 1780 ein Plan zum Schutz des St. Margarethener Aufsendeichs, der seit Anfang des Jahrhunderts in erheblichem Abbruch sich befand, ausgearbeitet, in welchem sie Schlengen mit fester Mittelwand und mit schrägen Seitenböschungen aus Faschinen, von der Wurzel nach dem Kopf abfallend, abwechselnd die eine gegen die Fluth und die nächste gegen die Ebbe gerichtet, in Vorschlag bringen und diesen damit begründen, dafs es sich dabei nicht sowohl um die Erhaltung des Aufsendeichs als Grundstück, wie besonders als Schutz für den anliegenden und den oberhalb liegenden Deich bei Scheelenkuhlen und Brockdorf handelt. Die Wilstermarsch, der darum der Plan zur Beschlufsfassung über dessen Ausführung vorgelegt wurde, bekämpfte denselben aufs heftigste in einer ausführlichen, vorher erwähnten Ausführung vom Februar 1781 mit der Begründung, dafs für die Deiche das Vorland ohne Belang wäre und dafs diese durch die hölzernen Höfter genugsamen Schutz genössen und aufser Gefahr wären. Die Tiefen zwischen den Höftern bei Scheelenkuhlen wiesen eher eine Verbesserung als Verschlechterung nach den Aufnahmen des Landmessers Lühr auf. Während nämlich vor vier Jahren (1777) die gröfste Tiefe westwärts vor dem alten grofsen Höft 80 Fufs bei hohler Ebbe betragen habe, so sei sie jetzt nur 50—52 Fufs, übrigens Angaben, deren Richtigkeit zu bezweifeln ist, sofern sie mit einander in Vergleich gesetzt werden sollten. Bedauerlicherweise fanden diese kurzsichtigen Einwendungen bei dem damaligen Amtmann von Beulwitz so gewichtige Unterstützung, dafs durch Resolut der Regierung vom 24. November 1783 die vorgeschlagene „Anlegung einiger Wasserwerke zur Hemmung des Abspülens am St. Margarethener Aufsendeich nicht allein für jezt unterbleiben, sondern auch überall als dem Endzweck nicht entsprechend gänzlich verworfen werden sollen.“ Erst nach fast 100 Jahren hat die für die Erhaltung der Scheelenkuhlener Deichecke so überaus wichtige Sicherung des genannten Aufsendeichs Verwirklichung gefunden, nachdem mit aufserordentlichen Mitteln und sorgenvollen Anstrengungen bis dahin der Deich hat vertheidigt und gesichert werden müssen.

Obwohl nach der Sturmfluth vom 7. October 1756 heftige Stürme und hohe Fluthen in einem längeren Zeitraum ausgeblieben waren, so veranlafste doch die ständige Empfindung des Schutzbedürfnisses von Scheelenkuhlen und die erforderliche behördliche Fürsorge um den Wilstermarsch-Elbdeich den Amtmann von Schilden ein verstärktes Deichbestick durchzusetzen und im Jahre 1790 auszuführen, nicht ohne dafs hierdurch höchst bedenkliche Versinkungen des verstärkten Deiches bei dem schlechten Untergrunde eingetreten waren, wie bereits anfangs erwähnt ist, welche während des Winters 1790/91 mit Busch ausgefüllt wurden und wahrscheinlich nur eine leichte Erdüberdeckung erhielten. Gleichzeitig wurde in demselben Jahre, muthmafslich weil sich die Ansichten über den Werth der hölzernen Höfter auch in den Kreisen der unmittelbar Betheiligten von dem hergebrachten Vertrauen zu deren Erfolge abzuwenden begannen, der vom Kammerrath Schmidt aus Oldenburg 1737 bereits vorgeschlagene Versuch zur Anlage einer Schlenge verwirklicht und eine solche westlich von dem kleinen Höft, stark gegen die Fluth gerichtet, ausgeführt, zwar unter der sehr beschränkenden Bestimmung, dafs dieses Werk nur zwei Faschinenlagen stark, also ein ausgesprochenes Wattwerk zur Förderung des Anwuchses sein solle. Der Sturmfluth des folgenden Winters widerstanden der verstärkte Deich und das Wattwerk, ohne sonderlich Schaden zu leiden, sodafs der Werth des vor zwei Menschenaltern empfohlenen Versuchs seine Rechtfertigung fand und später weiter behielt, auch jedenfalls das Bedauern darüber hervorrief, dafs nicht ehedem, als noch Vorland und Watt zu retten gewesen war, zu einer Vereinigung des Höfter- und Schlengenbaues übergegangen war.

So war denn am Ende des 18. Jahrhunderts die gefährdete Deichecke vor Scheelenkuhlen durch drei Werke gedeckt. Als segensreichste Gabe des scheidenden Jahrhunderts aber für die Deichwirthschaft in technischer und verwaltender Hinsicht erschien das Patent vom 29. Januar 1800 über die Einrichtung staatlicher Deichinspectionen. Die verflossenen Zeiten hatten Zeugnifs gegeben, welche heillosen Schäden vernachlässigte Aufsicht, Eigenmacht und Unkenntnifs grofsen Landstrichen zugefügt hatten und dafs beträchtliche Ausgaben unnütz und zweckwidrig gemacht waren, weil sachverständige Berathung und Leitung gefehlt hatte oder zurückgewiesen war. Hatte doch der Oberconducteur Hotrup aus Glückstadt in einem Schreiben vom 17. Januar 1752 an das Amtshaus in Itzehoe dagegen sich wenden müssen, dafs die in seinem „unparteiischen Bericht von der Teicharbeit, welche die Eingesessenen der Wilstermarsch wegen der grofsen Wasserfluth am 11. September 1751 haben abhalten müssen“, auf höhere Weisung ertheilten Anordnungen saumselig betrieben und seine Vorschläge auf Erweiterung von Steindecken am Deichfufs und Verstärkung des Deichbestickes von der Marsch nicht beliebt worden wären. Bislang hatte der Amtmann in Itzehoe mit oder ohne Berathung mit den Deichgrefen oder diese selbst die technischen Anordnungen getroffen, deren Ausführung und Ueberwachung lediglich bei den auf drei Jahre gewählten Deichgrefen beruhte. Dafs es bei solchem Gebrauch mit Zweckmäfsigkeit und Sparsamkeit nur zu oft übel bestellt war, ist wohl einleuchtend. Die Einführung der staatlichen Deichinspectoren brachte hierin nutzbaren Wandel und die Gewähr, dafs zur rechten Zeit und mit zweckmäfsigen Mitteln der Erhaltung und Verstärkung der Deiche gedient wurde.

Bei den nunmehr mit Eifer betriebenen eingehenden technischen Erwägungen, ob die vorhandenen Höfter bei ihren schädlichen Begleiterscheinungen, der Vertiefung des Stromes in der Nähe der Deiche, als unzweckmäfsig zu verwerfen und besser ganz zu entfernen seien oder ob Bermedeiche vor den Wilstermarsch-Elbdeichen in Aussicht zu nehmen seien,

fand weder die Entfernung der Höfter wegen der damit verbundenen Auflockerung des Watts noch eine Bermedeichanlage Annahme, jedoch wurde der Bau weiterer Höfter endgültig verworfen und dafür ein Bau von Buhnen und Packwerkanlagen in nöthigen Fällen bedacht. Vor allem wurden von nun ab die Veränderungen des Flufsbettes vor den Deichen sorgfältigst beobachtet, namentlich an dem gefährlichsten Punkte bei Scheelenkuhlen.

Die ältesten Aufzeichnungen über die Tiefen vor und zwischen den 21 Höftern vor den Elbdeichen bei hohler Ebbe finden sich in Protokollen des Landmessers der Wilstermarsch Hinrich Lühr vom 5. und 27. Juli 1780 und vom 9. Juli 1781, in denen die Angaben beider Jahre unwesentlich von einander abweichen. Es heifst im letzteren mit Bezug auf die beiden Höfter vor Scheelenkuhlen: „Zu Osten dem kleinen Höft (das östliche ist gemeint) auf Scheelenkuhlen war die Tiefe 28 bis 29 Fufs“ und dann weiter „Nr. 20, das sogenannte kleine Höft, auf die Fluthseite 3 bis 5 Ruthen vom Höft ab 26 bis 28 Fufs und auf die Ebbeseite ohngefähr 8 Ruthen vom Höft ab 33 bis 34 Fufs. Noch ohngefähr 8 Ruthen westwärts weiter 36 Fufs, noch ohngefähr auf die Hälfte Länge als in der Mitte der beiden Höfte 40 bis 42 Fufs.“

„Nr. 21, das sogenannte grofse Höft, ohngefähr 3 bis 4 Ruthen westwärts in der Schräge vor dem Ende war die gröfste Tiefe 50 bis 52 Fufs und noch 4 bis 5 Ruthen westwärts weiter 46 Fufs.“

Es ergiebt sich wenigstens soviel aus diesen Vermerken, dafs vor dem sogenannten alten grofsen Höft längs ein Kolk von 50 bis 52 Fufs gröfster Tiefe bei hohler Ebbe, d. h. gewöhnlich niedrig Wasser, sich befand.

Unter dem ersten Deichinspector Christensen sind alsdann sorgfältige Peilungen vor Scheelenkuhlen unter Zugrundelegung von Peilplänen ausgeführt worden, von denen diejenigen aus den Jahren 1802, 1804, 1805 und 1823, dann von 1827 ab in regelmäfsigerer Folge in dem Archiv der Wasserbauinspection Glückstadt sich finden.

Aus den Peilungen vom 9. und 10. Juni 1804, welche vor den drei damals vorhandenen Werken ausgeführt worden sind, geht hervor, dafs die gröfste Tiefe vor dem Kopf der grofsen Schlenge, welche seit dem Jahre 1802 von 52 Ruthen 11 Fufs auf 50 Ruthen 3 Fufs (1 Ruthe = 16 Fufs rheinld.) abgerissen war und bis zum Jahre 1805 um weitere 1 Ruthe 3 Fufs abrifs, in 12 Ruthen Entfernung in der Richtung des Werks gemessen 69 Fufs bei hohler Ebbe betrug, vor dem kleinen (östlichen) Höft in der Richtung des vordersten angebauten Kopfstückes, von diesem 9 Ruthen entfernt, 61 Fufs und vor dem Kopf des grofsen (westlichen) Höfts, in dessen Richtung gemessen, in 14 Ruthen Entfernung davon 77 Fufs betragen hat. Letztere Tiefe mit der im Jahre 1781 gefundenen verglichen giebt eine absolute Zunahme von rund 25 Fufs, allerdings etwa 10 Ruthen weiter nach dem Strom hinein. Ueber die Stromveränderungen vor Scheelenkuhlen in der Zwischenzeit von 1805 bis 1823 fehlen leider alle Aufzeichnungen, aber wahrscheinlich werden sie nicht erheblicher Art gewesen sein, wie aus jenem Mangel wohl geschlossen werden kann.

Im Winter 1822/23 wurde der Kopf des östlichen kleinen Höftes auf drei Ruthen Länge fortgerissen, das alte westliche Höft aber war bis dahin noch in unverändertem Stand. Dieser erstere Umstand hat ohne Zweifel nicht geringe Aufregung hervorgerufen, und es haben hiernach die Veränderung der Tiefen im Strom, wie auch namentlich der Rückgang des Wattes zwischen den beiden Höftern den Anlafs zu besonders sorgfältigen und eifrigen Beobachtungen gegeben. Es sind im Jahre 1823 aufser den Peilungen vor den Werken auch solche zwischen denselben ausgeführt, da hier die Gefahr des Versinkens des Deiches in die Tiefe drohendste Gestalt annahm, umsomehr als in der Sturmfluth vom 3./4. Februar 1825, die bekannte höchste Fluth überhaupt, sehr erhebliche Deichschäden entstanden waren, für deren Wiederherstellung der Wilstermarsch grofse Opfer auferlegt wurden.

Noch gröfser aber sollten diejenigen werden, welche die Erhaltung des Deiches vor Scheelenkuhlen verlangen mufste, wovon das fernere Bestehen der Marsch überhaupt jetzt mehr denn je abzuhängen schien.

Anfang 1826 wurde der Regierung in einer längeren Abhandlung des Deichinspectors die Gefahr der Deiche bei Scheelenkuhlen durch die ständig heranrückende Tiefe des Stromes dargelegt, die Schädlichkeit der Höfter und die Unzulänglichkeit der Schlengen wegen der schwierigen Erhaltung ihrer Köpfe erörtert, auch als Mittel anstatt sehr kostbarer Steinversenkungen vorgeschlagen, die grofsen Tiefen mit Senkstücken aus Faschinen mit Steinbelastung auszufüllen oder zur Seite der verfallenden Höfter neue Werke durch die Tiefen hindurch zu bauen, und endlich als letzten Ausweg die zuerst im Jahre 1634 verworfene Zurückverlegung des Deiches ins Auge zu fassen. Eine gewisse Rath- und Hülfslosigkeit angesichts der aufserordentlich schwierigen Lage lastete unverkennbar überall, wo Hülfe und Abwendung der äufsersten Noth erwartet wurde, und hemmte anscheinend die erforderliche schnelle Entschlufsfassung. Die Wiederherstellung des Kopfes des östlichen Höftes auf drei Ruthen Länge im Jahre 1826 war ohne Einflufs darauf, dafs nicht im Winter 1826/27 das älteste und letzte bisher unversehrte Bollwerk, das alte grofse Höft, auf fünf Ruthen Länge abtrieb. Seine Wiederherstellung war ausgeschlossen wegen der grofsen Tiefe vor demselben von annähernd 100 Fufs. Die Absicht der Zurückverlegung der Scheelenkuhlener Deichecke trat bei diesem, scheinbar für ausgeschlossen gehaltenen Ereignifs sofort wieder lebhaft hervor und führte sogar bis zur Anfertigung eines zur Ausführung reifen Entwurfes eines Nothdeiches, um in jedem Augenblick zunehmender Gefahr mit solchem der Marsch Schutz gegen Ueberfluthung zu sichern, trotz aller dagegen auftretenden Bedenken, welche der sehr schlechte Untergrund und die ungünstige Jahreszeit dagegen sprechen lassen mufsten.

Die Tiefenveränderungen vor dem Deiche wurden in kürzeren Zwischenräumen als bislang beobachtet. Der Vergleich der Peilungen zwischen den beiden Höftern vom 6. August und 27. October 1827, welcher einen so erheblichen Zurückgang des bis dahin noch $4\,^3/_4$ Ruthen breiten Wattes vor dem Deichfufs und das Herantreten einer Tiefe von 80 Fufs bei Niedrigwasser aufwies, dafs nach allgemeiner Ansicht ein gleicher Eingriff den Deich zum Einsturz bringen müfste, drängte zu einem unmittelbaren Entschlufs, namentlich angesichts des bevorstehenden Winters, und führte die

Entscheidung herbei, von einer Einlage nunmehr endgültig abzusehen, die bisher vor Scheelenkuhlen angewandten Schutzwerke, Höfter- und Schlengenbau, aufzugeben und sich der theuren, aber doch auch in ungünstiger Jahreszeit ausführbaren Steinabdeckung des Kolkrandes vor dem Deiche zwischen den beiden Höftern zuzuwenden.

Diese zwingende Nothlage zeitigte den Wendepunkt in den Schutzmafsnahmen für den Deich vor Scheelenkuhlen und brachte die bis dahin hier wegen der schwierigen Beschaffung des in der Marsch kostbaren Materials noch unangewandte Bauweise mit Steinschüttungen auf längere Zeit hinaus zur Einführung. Noch im November und December 1827 wurde mit dieser Bauausführung begonnen. Granitfindlinge waren in Glückstadt nach Anlegung eines Bermedeiches oberhalb der Südermole verfügbar geworden; sie wurden unter Aufbietung reichlicher Arbeitskräfte zerschlagen und zu Wasser zur Verwendungsstelle verfrachtet und verschüttet, sodafs mit einigermafsen verminderter Sorge den Winter- und Frühjahrsstürmen entgegengesehen werden konnte. Die Befürchtungen, dafs die Steine von der starken Strömung fortgerissen würden, konnten durch die Frühjahrspeilung zerstreut werden. Im Jahre 1828 wurden daher die Arbeiten zuversichtlich fortgesetzt und das erste Steinwerk östlich des grofsen Höftes erbaut, dem das zweite Steinwerk sowie einen Steinvorbau vor den Köpfen der vorhandenen beiden Höfter und der grofsen Schlenge folgen zu lassen und auf solche Weise eine sich gegenseitig stützende Reihe von Strombrechern zu bilden, nunmehr beschlossen wurde.

Auch der staatlichen Unterstützung konnte sich hierbei die Marsch erfreuen, indem durch Resolut des Königs vom 20. April 1829 die bei Glückstadt verfügbaren Granitsteine zur Versenkung bei Scheelenkuhlen geschenkweise überlassen und die mit der Verschiffung dieser Steine beauftragten Schiffer durch Befehl der General-Zollkammer vom 20. Januar 1830 von der Erlegung des Lastgeldes befreit wurden.

Bereits im Jahre 1823 war westlich von dem grofsen Höft ein kleines Faschinenwerk, Schlenge, zur Wattgewinnung erbaut worden. Die Erweiterung dieses Werkes zu dem später sogenanten Halbmondstack auf dessen östlicher Seite bildet neben der Vollendung des westlichen Steinwerkes den Bauplan des Jahres 1828. Indes fiel dieser Faschinenbau den Fluthen des Winters 1828/29 zum Theil zum Opfer und mufste daher im folgenden Sommer 1829 wieder erneuert werden. Nachdem das westliche Steinwerk vollendet und seinen Nutzen und seine Haltbarkeit erwiesen hatte, wurde in diesem Jahre dem der ganzen Arbeit zu Grunde gelegten Plan gemäfs mit dem Steinwerk vor dem östlichen Höft begonnen und, von der Wattlinie bis auf die Sohle des 65 Fufs tiefen Kolkes herab abböschend, vorgestreckt, wodurch dieses Höft eine wichtige Schutzwehr gegen die Stromangriffe erhielt und dadurch nicht nur eine Festigkeit, die dessen Haltbarkeit aufser Zweifel zu setzen schien, sondern auch in seinen Wirkungen eine ungleich gröfsere Bedeutung, als sie schon war, zu gewähren versprach. Der zweite Theil des Strombaues war die Fortsetzung des im Jahre vorher angefangenen Faschinenbaues.

Sobald die obere Hälfte dieses Wattwerkes westlich vom grofsen Höft und zwei Grundlagen wieder ergänzt waren, sollte darauf die untere Hälfte des Halbmondstacks ebenso und dergestalt angefertigt werden, dafs die gerade Linie, welche durch beide Höfte gebildet wurde, als Basis des ganzen Werks anzusehen sei, und auf dieser sollte fernerhin soweit in den Strom hineinzubauen sein, dafs der Fufs der Grundlage sich bis in die Kolktiefe erstreckte. Nach solchen Grundsätzen erfolgte dann im Jahre 1829 die Ergänzung der kleinen westlichen Schlenge, die bis zum Jahre 1831 im Faschinenkörper vollendet und während der Jahre 1834—37 mit Vorkopf und Umhüllung aus Schüttsteinen versehen wurde. Der Kopf der grofsen östlichen Schlenge erhielt im Jahre 1832—37 Steinvorschüttung, das östliche Höft von 1829 bis 1837; das östliche Steinwerk wurde von 1830—33 ausgebaut, das im Jahre 1827/28 begonnene westliche von 1829—33 ergänzt und endlich das westliche grofse Höft von 1830—34 mit Steinvorwurf versehen.

Im Jahre 1837 war sonach die Deichecke bei Scheelenkuhlen durch sechs mit Steinschüttungen vor den Köpfen gedeckte Werke gesichert, wozu in dem zehnjährigen Bauabschnitt von 1827—1837 mit einem Kostenaufwand von 120 000 Mark Courant (zu 1,20 ℳ) 85 280 Tonnen (zu etwa 0,21 cbm) Schüttsteine verwandt worden sind. Der unmittelbare Gefahr bergende Zustand des Strombettes vor Scheelenkuhlen war mit diesen Bauausführungen zunächst behoben. Nebenher konnte erhofft werden, dafs dadurch ein günstigerer Einflufs für die Stromrichtung oberhalb wie unterhalb Scheelenkuhlens die Folge sein würde, vorausgesetzt, dafs die durch Abgleiten in den Kolk vor den Werken und durch Eis an den Steinschüttungen eintretenden Verluste durch alljährlichen Ersatz auf Grund der vorgenommenen Peilungen gedeckt wurden. Weitere Aufwendungen, als diese zur Erhaltung der geschaffenen Werke erforderlichen Nachschüttungen glaubte man zunächst den Interessenten mit Rücksicht auf die durch den zehnjährigen Verstärkungsbau entstandenen Baukosten auf Grund des bisherigen Erfolges so lange fern halten zu können, bis die durch den theuren Steinbau erwachsenen Schulden getilgt seien. Gering waren die für die Unterhaltung der Werke erforderlichen Kosten auch keineswegs gewesen. Nach der Denkschrift des Holsteinischen Deichinspectorats sind bis zum Jahre 1851 durchschnittlich jährlich 4000 Tonnen und von 1852—56 28 400 Tonnen, also in der Zeit von 1837 bis 1856 zusammen rund 87 000 Tonnen Schüttsteine verwandt worden. Der Fund- und Bezugsort derselben war vorwiegend der Geestrücken Holsteins mit seinen Granitfindlingen, mit deren zunehmendem Bedarf selbstverständlich die Kostbarkeit stieg.

Die politischen Ereignisse der Zeit von 1848—1851 traten natürlich auch in der Fürsorge um den Deich bei Scheelenkuhlen zur Erscheinung, indem in diesen Jahren der Deichschutz sich auf das allernothwendigste beschränkte, da gegenüber jenen Begebenheiten die Gedanken an gröfsere Unternehmungen zu gunsten des Deichs bei der Inanspruchnahme der Opferwilligkeit von Verbänden und Einzelnen in den Hintergrund gedrängt wurden, wenn schon inzwischen die am 17. December 1847 erlassene Verfügung der Schleswig-Holsteinischen Regierung zu Gottorp eine Erleichterung der Deichlasten durch deren Vertheilung auf breitere Schultern brachte, indem nicht nur die Anlage, sondern nunmehr auch die Unterhaltung aller Stromwerke am Elbdeiche als aufserordentliche Deichlast über die ganze Wilstermarsch zur Ver-

theilung gelangte, und die Willigkeit zu Aufwendungen für die Unterhaltungsbauten vor Scheelenkuhlen hätte fördern können. Der Eintritt politischer Beruhigung liefs alsdann die Wirkungen dieses wesentlichen Fortschrittes in der Deichordnung angesichts der Thatsache der durch Peilungen nachgewiesenen Vergröfserung und Vertiefung des Kolkes vor Scheelenkuhlen zur regeren Geltung kommen, indem 21400 Rthl. (zu 2,25 ℳ) für die Steinschüttungen in den Jahren 1852/56 aufgewandt werden konnten.

Während dieser Zeit brach aber auch die Erkenntnifs unaufhaltsam durch, dafs in der bisherigen Bauweise mit Schüttsteinen, abgesehen von ihrer immer mehr steigenden Kostbarkeit, doch nicht das geeignete Mittel zur dauernden Abwendung der Gefahr für den Deich gefunden sein könne, sondern dafs der fortschreitenden Vertiefung des Kolkes durch Bauwerke auf dessen Sohle Einhalt gethan werden müsse, da andernfalls die Steindeckungen des Wattrandes und der Köpfe der Werke nimmermehr zu halten sein würden. Vergeblich hatte sich noch zuvor der Deichconducteur Wichers unter Darlegung der aus der örtlichen Lage von Scheelenkuhlen bedingten Schwierigkeit des Deichschutzes bemüht, dem Uebel an der Wurzel zu begegnen, damit nicht der vorspringenden Deichecke durch Vergröfserung der Strombucht unterhalb Scheelenkuhlens, nachdem seit langer Zeit der oberen Bucht durch Haltung des Steindeiches dauernd eine Grenze gesetzt war, immer mehr die schädliche Wirkung eines in das Flufsthal hineinspringenden Vorsprungs zufalle und das Flufsbett aushöhlen müsse, wo dies nicht durch widerstandsfähige Deckung geschützt sei. Die Einsicht, dafs es daher im höchsten Grade nothwendig gewesen wäre, dem weiteren nun schon mehr als 150 Jahre andauernden Abbruch des St. Margarethener Aufsendeichs durch Anlegung von Werken zu dessen Schutz zu steuern, konnte oder sollte keinen Eingang finden; galt es doch sogar noch, die irrthümliche Ansicht zu bekämpfen, dafs es für den Aufsendeich bei St. Margarethen vortheilhafter wäre, je mehr die Deichecke Scheelenkuhlen in den Strom hineinspränge.

Auch die oberste Deichbehörde verschlofs sich den so durchaus begründeten Vorschlägen mit den Erwägungen, dafs mannigfache in der Wilstermarsch in Abwägung gekommene und im Werke begriffene Arbeiten, den Eintritt passender allgemeiner Verhältnisse abzuwarten, zweckmäfsiger erscheinen liefsen.

Es waren inzwischen aber schon im Jahre 1856 vor Scheelenkuhlen Untersuchungen darüber angestellt, ob bei der hier vorhandenen grofsen Tiefe von 80 Hbrg. Fufs und darüber Sinkstückbau, welcher wenige Jahre zuvor (1852/53) bei dem Bau von Stackwerken in der Nähe des Holstenrecks oberhalb Brunsbüttels und danach bei Hollerwettern unterhalb der Störmündung erfolgreich verwandt worden war, auch hier verwerthbar wäre. Die Beobachtungen erstreckten sich zunächst auf die Feststellung der Richtung und Geschwindigkeit des Stromes bei Fluth und bei Ebbe und ergaben, dafs Versenkungen zweckmäfsig während des letzten Verlaufs der Fluth, etwa eine Stunde vor Hochwasser, stattfinden müssen, da die alsdann noch vorhandene mäfsige Geschwindigkeit die Ankertaue gleichmäfsig straff hält und ein genaues Senken auf der beabsichtigten Stelle erleichtert. Die in 4 m Tiefe unter Oberfläche mittels Schwimmer gefundene Geschwindigkeit nahm in der letzten Stunde vor Eintritt der Ebbe von 1 Fufs 5 Zoll bis 2 Zoll ab.

Von den hierauf angestellten Versenkungsversuchen gelang der erste bei einer Wassertiefe von 17 m vollständig, während der zweite bei 26 m Tiefe mifsglückte. Aber die Ursache des Mifslingens lag hauptsächlich in der ungenügenden Beschaffenheit der vorhandenen Geräthschaften und in der Unaufmerksamkeit und Ungewandtheit einzelner Arbeiter, dagegen wurde die Möglichkeit des Gelingens durch beide Versuche überzeugend dargethan. Bevor jedoch endgültig die Entscheidung für Sinkstückbau fiel, wurde die offene und begründete Frage, ob nicht von der Vertheidigung Scheelenkuhlens, bestehend in dem einseitigen Kampf gegen die Wirkungen des Stromangriffs in dem bisherigen Umfange abzustehen und vielmehr den Ursachen durch den Ausbau der anschliefsenden Strombuchten oberhalb und unterhalb vornehmlich zu begegnen sei, wieder einmal reiflichst erwogen, aber wiederum mit Rücksicht auf die solchen weitgehenden Plänen ungünstigen Zeitläufe abgethan, um ihre Lösung einer späteren passenderen Zeit zu überlassen.

Der Kampf vor Scheelenkuhlen blieb danach örtlich beschränkt, aber nicht mehr nur um das Bestehende zu vertheidigen und zu erhalten, sondern auch angriffsweise und um zu gewinnen. Die Tiefen, welche früher in zwei von einander getrennten Kolken vor jedem der beiden Höfter bestanden hatten, waren nach und nach in einander übergegangen, sodafs jetzt vor den Scheelenkuhlener Werken ein langgestreckter Kolk von 26 m gröfster Tiefe sich befand. Diesen ganz oder zum Theil quer mit Sohlschwellen vor den Köpfen zu durchbauen, um zwischen ihnen Aufschlickungen hervorzurufen und um die grofsen Tiefen vom Ufer abzudrängen, war der Plan, nach welchem der Bauvorgang bei Scheelenkuhlen im nächsten Jahrzehnt sich abwickelte, nachdem die einheitlich technische Bauleitung, von der die Durchführbarkeit des Planes wesentlich abhängig war, gegen die bislang dabei noch mitwirkenden Deichbehörden erkämpft worden war.

Die erste Grundschwelle von 14,3 m Breite wurde im Jahre 1857 zwischen verankerten Fahrzeugen vor dem östlichen Höft in zehn einzelnen Sinkstücken aus Faschinen mit Felssteinbelastung, deren Abmessungen 50 : 20 : 5 Hbrg. Fufs (14,3 : 7 : 1,4 m) betrugen und welche, da sie sich als zweckmäfsig erwiesen, eine wesentliche Aenderung nicht mehr erfuhren, mit Erfolg bei 25 m Wassertiefe versenkt.

Auf diese unterste Schicht wurde im zweiten Jahre eine gleich starke zweite Lage versenkt und hierbei, da das Belastungsmaterial aus Granitsteinen sehr im Preise stieg, der Versuch mit einer Beigabe aus Kupferschlacken, die damals in Hamburg gewonnen wurden und bei ihrem gröfseren Eigengewicht einen Minderbedarf und Minderkosten versprachen, allerdings ohne weitere Folge gemacht, weil die Schlackenstücke zu klein waren und abtrieben. Von einer weiteren Erhöhung der nunmehr 2,80 m hohen Schwelle vor dem östlichen Höft, wie zuerst beabsichtigt, wurde bis auf weiteres Abstand genommen, um den erhofften Erfolg der Aufschlickung seitlich neben der Schwelle sowie den Vorgang der voraussichtlichen Vertiefung vor deren Kopf und den Stromangriff auf die uferseitig anschliefsende Steindeckung abzuwarten. Darum wurde der Bau von Schwellen vor dem nächstliegen-

den östlichen Steinwerke fortgesetzt, obwohl vor dem östlichen Höft die Tiefe zugenommen hatte und darum dieser Punkt als zunächst der Deckung bedürftig hätte erscheinen können, wenn nicht der gröfsere Vortheil in einem planmäfsigen Ausbau der Schwellen mit Recht erblickt worden wäre. Daher wurde im Jahre 1859 die unterste Lage der Schwelle vor dem östlichen Höft aus 14 Sinkstücken in den bisherigen Abmessungen hergestellt, der im nächsten Jahre die Aussenkung vor dem westlichen Höft in 300 Fufs (86 m) Länge mit 15 Sinkstücken folgte.

Die Erfolge der seit 1857 ausgeführten Stromschwellen machten sich in Abnahme der Tiefe um 1,5 — 2,8 m bemerkbar, namentlich in der Flucht der Köpfe der Schutzwerke, sodafs eine Fortsetzung der jetzigen Bauweise ermuthigen konnte. Es wurde daher im Jahre 1861 auf der untersten Sinkstücklage vor dem westlichen Höft eine zweite Lage aus 14 Sinkstücken aufgebracht, wodurch die Schwellenhöhe auf 2,8 m wuchs. Ebenfalls wurde die Schwelle vor dem östlichen Höft, da die Steinschüttung vor dessen Kopf nachgerutscht war, um eine Sinkstücksbreite (7 m) landwärts verlängert. Die noch rückständige zweite Lage der Schwelle vor dem Kopf des östlichen Steinwerks wurde im Jahre 1862 mit neun Sinkstücken gebaut, die aber anstatt der bisherigen Breite von 7 m eine solche von 8,6 m erhielten. So wurde auch hier die Schwelle auf die planmäfsige Höhe von 2,8 m gebracht. Der Umstand, dafs bislang die steilen Schwellen in ihrer Höhe ziemlich unverändert befunden wurden, liefs den Versuch wagen, vor dem westlichen Höft, neben welchem eine Aufhöhung der Sohle noch nicht festzustellen war, eine dritte Sinkstücklage aufzubringen, wodurch diese Schwelle etwa 4,60 m über Flufssohle sich erhob.

Im Herbst desselben Jahres 1863 wurde vor dem östlichen Höft stellenweis ein Abbruch der dortigen Schwelle bemerkt, welche daher gegen weitere Zunahme noch im Herbst mit Granitsteinen beschüttet wurde. In den beiden folgenden Jahren wurden alsdann auch die Schwellen vor dem östlichen Steinwerk und dem östlichen Höft um die dritte Lage erhöht, sodafs nunmehr alle drei Schwellen bei 14,3 m Breite etwa 4 m hoch waren. Im Jahre 1866 nahm wiederum die Grundschwelle vor dem alten Höft die Bauthätigkeit in Anspruch, vor welchem und zwar zur sicheren Verbindung des Kopfes mit der Schwelle elf Sinkstücke in zwei Lagen übereinander versenkt werden mufsten. Aufserdem war unterhalb dieser Schwelle eine erhebliche Vertiefung des Kolkes bis zu 29 m unter gewöhnlich Hochwasser entstanden, deren weiterem Fortschreiten durch Deckung der Sohle mit drei Sinkstücken begegnet wurde. Während der zehnjährigen Bauzeit von 1857 — 66 waren für die Grundschwellen mittels Sinkstücken und Steinschüttungen 53202 dänische Reichsthaler (119700 ℳ) aufgewandt. Die Kosten für 1 cbm fertigen Baues waren von anfänglich 4,90 ℳ auf 6,85 ℳ gestiegen. Die Sinkstücke waren von einem festen Gerüst aus zu Wasser gelassen und auf Grund der im Jahre 1856 gemachten Erfahrungen kurz vor Einsetzen der Ebbe versenkt worden, was, abgesehen von kleineren Unfällen, als zweckmäfsig sich bewährt hatte.

Als Ergebnifs dieser Bauweise mit Grundschwellen wurde ohne Zweifel festgestellt, dafs der südliche Rand des Kolkes in Abbruch gerathen, anderseits aber, dafs die erhoffte nennenswerthe Aufschlickung an der Deichseite nicht eingetreten war, und dafs vielmehr in den Grundschwellen die Ursache weiterer Ausbildung der Tiefe oberhalb und unterhalb derselben zu suchen war. So wurde aus dem Vergleich der Peilungen vom Herbst 1863 und 1866 gefunden, dafs in diesem Zeitabschnitt vor dem sog. Halbmondstack die Tiefe um 5,70 m zugenommen, in der Linie zwischen dem Kopf dieses Stacks und dem westlichen Höft um 9 m, oberhalb dieses Höfts an dessen Kopf und längs der Schwelle vor demselben um 5,70 m, sodann unterhalb der Schwelle vor dem östlichen Steinwerk zwischen dessen Kopf und dem des westlichen Steinwerks eine weitere Auskolkung von 3,50 m, am südlichen Ende dieser Schwelle sogar um 10 m, ferner an dem südlichen Ende der Schwelle vor dem östlichen Höft bis zu 7 m und oberhalb und längs dieser Schwelle bis 3,50 m stattgefunden hat. Eine Erhöhung fand sich nur unmittelbar an der unteren Seite der Schwelle vor dem westlichen Höft und oberhalb der Schwelle vor dem östlichen Höft von 1 — 1,70 m und vor einer ostwärts hiervon auslaufenden Rippe. Jedenfalls war dieser Erfolg nicht den Erwartungen entsprechend und der Anlafs zu dem Wechsel der Bauweise, anstatt der steilen Grundschwellen nunmehr einen breiten Kopf vor drei Werken mit $1^1/_2$ facher Seiten- und 4 facher vorderen Böschung bis in die Stromsohle hinab zu bauen, um auf diese Weise Wirbelbildungen und damit den Fortschritt der Vertiefungen abzuschwächen. Es handelt sich also danach nicht um Anlage besonderer neuer Werke, sondern nur um einen zweckmäfsigen Ergänzungsbau bereits bestehender, wobei die Sohlschwellen als Grundlage und zur Anlehnung der weiteren Kopfausbauten eine zweckmäfsige Benutzung finden konnten. Wenn es auch zur Erwägung hätte kommen können, ob eine Verlängerung der Werke in den Strom hinaus zwecks Deckung der Tiefen und Wattbildung vor dem Deich nicht den Ausgang weiterer Bauten geben sollte, so mufste diese Frage aber unbedingt schon an dem Kostenpunkt scheitern und daran, dafs ohne gleichzeitigen einheitlichen Ausbau der Buchten oberhalb und namentlich unterhalb Scheelenkuhlens die bereits hervorspringende und als Buhne wirkende Lage der Deichecke noch mehr ausgesprochen worden wäre. Bestimmend war und, wie die Zukunft gezeigt hat, mit Recht lediglich die Erwägung, durch flache Böschungsanlagen die den Bestand der vorhandenen Werke gefährdenden Wirbel möglichst zu beseitigen und so zunächst die Unterhaltungskosten dieser Werke, mit deren Erhaltung auch die Deichecke gesichert war, nach Möglichkeit herabzumindern.

Da vor dem westlichen Höft die Verhältnisse am ungünstigsten lagen, wurde hier im Jahre 1867 der Grundbau für den 10 m breit geplanten Kopf mit Versenkung von 23 Sinkstücken begonnen, wobei die Achse des Kopfbaues dicht oberhalb des Höftes aus dessen Achse heraus verschoben wurde, um durch günstigere Ausnutzung der vorhandenen Sohlschwelle eine wesentliche Ersparnifs zu erzielen. Im folgenden Jahre wurde die Aussenkung für diesen Buhnenkopf unter Verwendung von 30 Sinkstücken fortgesetzt, womit die Höhe bis auf 13,20 m unter gewöhnlich Hochwasser erreicht wurde und im Jahre 1869 durch weitere 37 Sinkstücke bis auf die unmittelbare Kopfgrundfläche in 3,40 m Tiefe unter Hochwasser vollendet mit einem Gesamtaufwand

von 111 928 ℳ, wofür 12 165 cbm Sinkstückbau gefertigt worden ist.

Wenn auch während des Baues des Kopfes vor dem westlichen Höft die deichseitige Böschung des Kolkes oberhalb wie unterhalb sich etwas günstiger gestaltete, so war doch die Tiefenzunahme des Kolkes weiter vorgeschritten. Etwa 70 m vor dem Auslauf des Werkes war die Tiefe von 29 m auf 31,50 m gestiegen, zwar nur an einer Stelle von geringer Ausdehnung, während dagegen Vertiefungen von 0,60 bis 1,70 m zwischen der mittleren und unteren Schwelle vor der Streichlinie der Werke überall, ebenso auf beiden Seiten der mittleren und oberen Schwelle, wie auf diesen selbst festgestellt wurden. Namentlich ergab sich aus dem Vergleich mit zeitlich weiter zurück liegenden Peilungen, dafs die Kolkböschung zwischen dem westlichen Höft und dem östlichen Steinwerk in ihrem oberen Theil weiter abgebrochen und sich aufserdem nach unten verlängert hatte, also dafs die Böschungskante dem Deich näher gerückt und die Tiefe vor dem Fufs der Böschung gröfser geworden war. Es war dies umsomehr von schwerwiegender Bedeutung, als zwischen dem Rand der Kolkböschung und dem Deichfufs nur noch eine 37 m breite Wattfläche lag, deren Erhaltung für die Sicherheit des Deiches äufserst wichtig sein mufste. Es lagen danach vor Scheelenkuhlen die Verhältnisse noch immer so, dafs nach wie vor mit kräftigen Mitteln an der Verbesserung der dortigen Uferschutzwerke weiter gearbeitet werden mufste, wozu der begonnene Ausbau flacher Köpfe in jeder Richtung am geeignetsten erschien, da unterhalb des neuen Kopfes unmittelbar vor dem Watt eine Abnahme der Tiefe begann und weil der Ausbau der Köpfe weitergehenden Plänen auf Ausbau der an Scheelenkuhlen anschliefsenden oberen und unteren Stromausbuchtungen keine unbequeme Beschränkung werden konnte.

Der oben erwähnte Plan des Professors Tetens von 1780, dem Abbruch des St. Margarethen-Bütteler Aufsendeichs oberhalb Scheelenkuhlens auch zum Vortheil der Deiche durch Uferschutzwerke entgegenzutreten, seitdem wahrscheinlich wiederholt aufgetaucht, beschäftigte nämlich die Deichgrefen der Wilstermarsch in nicht unbemerkt bleibender Weise. Es mufste ja einleuchten und durchdringen, nachdem die seit fast 100 Jahren angewandten verschiedenen Schutzmittel die versprochene Hülfe keineswegs gebracht hatten, dafs in der Wirkung der Deichecke von Scheelenkuhlen als stromab gerichtete Buhne die Ursache des Kolkes allein liege und dafs darum nicht in einer örtlichen Abwehr der Wirkung daselbst, sondern in der Beseitigung der Ursache oder wenigstens in deren Abschwächung der Kampf der Zukunft liegen mufste.

Und dazu war, um den Uebergang in das schmale Strombett bei Scheelenkuhlen von den beiderseitig weiteren allmählich überzuleiten, der Ausbau der Bucht oberhalb Scheelenkuhlens durch vorgestreckte Buhnen, deren Köpfe in einer geeigneten Correctionslinie liegen, unbedingt erforderlich und noch vielmehr die Fortsetzung des Buhnenbaues über Scheelenkuhlen hinaus abwärts zu, da ja ersichtlich, dem Fortschreiten des Abbruchs unterhalb Scheelenkuhlens folgend, mit dem die vorspringende Ecke immer schärfer wurde, dessen Vertheidigung an Schwierigkeit zugenommen hatte. Diese Erkenntnifs auch in weiteren Kreisen der ganzen Wilstermarsch liefs die Ausführung eines so grofsen Planes näher rücken und nicht spurlos, wie vor etwa 100 Jahren, vorübergehen, nachdem die Verwirklichung des Planes und dessen Förderung in den Händen des damaligen Deichinspectors, jetzigen Geheimen Oberbauraths Fülscher ruhte. Bis zur Verwirklichung solchen grofsen Planes den Ausbau der Schutzwerke auszusetzen, war schon durch den Ernst der Lage verboten, und darum mufste es allein zweckmäfsig erscheinen, die durch die neuen Köpfe gehende Streichlinie so zu entwerfen, dafs sie sich in eine oberhalb und unterhalb später anzulegende Buhnenanlage bequem einfügen liefs.

Im Jahre 1870 wurde vor dem Steinwerk des Halbmondstacks in gleicher Weise wie vor dem westlichen Höft begonnen, jedoch mit der Abänderung, dafs die Kronenbreite auf 7,20 m und die Höhenlage des Kopfes bis auf 4,30 m unter gewöhnlich Hochwasser ausgeführt wurde. Indessen konnten von den vorgesehenen 41 Sinkstücken nur 30 verarbeitet werden, da vorzeitig wegen Mangel an ländlichen Arbeitern nach Ausbruch des Krieges unbeschadet der Marschsicherheit der Bau abgebrochen und erst im folgenden Jahre 1871 durch weitere Versenkung von 11 Sinkstücken beendet wurde mit einem Kostenaufwand von 42 614 ℳ bei 6310 cbm fertigem Sinkstückbau, d. i. 6,75 ℳ f. d. cbm. Oberhalb dieses Werkes war zwar im allgemeinen eine Tiefenabnahme, in den Kolktiefen selbst aber keine Aenderung wahrnehmbar. Dagegen war zwischen der mittleren und unteren Sohlschwelle in der Uferkante ein nicht unerheblicher Abbruch eingetreten und auch eine Vertiefung der vom Deich abgekehrten Ränder des Kolkes.

Diese Vertiefung, weil weiter ab vom Deichfufs, brachte eine unmittelbare Gefahr nicht, dagegen der Abbruch der Uferkante zwischen dem östlichen Steinwerk und dem westlichen Höft, welcher den Beginn des Kopfausbaues vor ersterem Werk im Jahre 1871 nothwendig erscheinen liefs. Die Achse des neuen Kopfes vor dem östlichen Steinwerk wurde stromauf gerichtet nach oberhalb verschoben, sodafs die vorhandene Grundschwelle den Abschlufs auf der unteren Seite bildete. Der Bau wurde über mehrere Jahre vertheilt, da die Peilungen ergaben, dafs Tiefenveränderungen im Kolk auf der Wattseite nicht weitere Ausdehnung annahmen. Der Kopf erhielt, wie die beiden anderen seit 1867 erbauten, eine Kronenbreite von 7,20 m, seitliche Böschung $1 : 1^1/_2$ und zur Stromrichtung 1 : 4. Es wurden hierzu in den Jahren 1871 bis 1874 124 Sinkstücke mit 24 361 cbm Inhalt verbaut, welche eine feste Masse von 20 200 cbm ausmachten und an Kosten im ganzen rd. 164 000 ℳ erforderten, d. i. 6,78 ℳ f. d. cbm Sinkstück.

Im folgenden Jahre 1875 wurde alsdann die Buhne vom Kopf bis an den Deichfufs unter Aufwendung von 7285 ℳ angeschlossen.

Der Ausbau der flachen Köpfe der drei Werke vor Scheelenkuhlen hatte während der Zeit von 1867 bis 1875 im ganzen 318 542 ℳ erfordert. Es war dadurch nach Ausweis der Peilungen erreicht, dafs die Tiefen an der landseitigen Böschung, also zwischen den neu erbauten Werken zwar fast unverändert geblieben, dafs aber auch in den weiter stromwärts belegenen Theilen des Kolkes recht erhebliche Vertiefungen stattgefunden hatten. Den gröfsten Tiefen im Jahre 1872 von 30,20 m standen im folgenden Jahre solche von 33,20 m und im Jahre 1874 gar solche von 36 m gegen-

über. Wenn auch hierdurch unmittelbar die landseitige Kolkböschung noch nicht berührt wurde, so zählten sie doch als Beweis für den unaufhörlich zunehmenden Stromangriff, der unabwendbare Aufmerksamkeit erforderte und mahnte, den Ursachen der Kolkbildung durch Erhaltung des noch vorhandenen Aufsendeichs bei St. Margarethen-Büttel und durch Ausbau der anschliefsenden Strombuchten mit Regulirungswerken entgegenzuarbeiten und sobald wie möglich damit vorzugehen.

Bedauerlich ist es, dafs die Erfahrungen, dafs mit zunehmendem Abbruch des Aufsendeichs vor St. Margarethen die Schwierigkeiten der Vertheidigung bei Scheelenkuhlen wachsen mufsten, von der Wilstermarsch sehr theuer haben bezahlt werden müssen, ehe die bessere Einsicht die Oberhand gewann, dafs die Erhaltung des Aufsendeichs vor St. Margarethen durch Schutzwerke dem Deichschutz vor Scheelenkuhlen zu nutze sei und dafs ein planmäfsiger Bau von Regulirungswerken oberhalb und unterhalb dieser gefährdeten Deichecke das einzige Mittel sei, um eine weitere Vertiefung des Kolkes aufzuhalten. Die in solchem Sinne wiederholt und eindringlich von dem damaligen Deichinspector gemachten Vorstellungen erzielten nun nicht nur, dafs im Jahre 1872/3 ein einheitlicher Regulirungsplan bearbeitet wurde, auf Grund dessen eine staatliche Baukostenbeihülfe gewährt werden könnte, sondern dafs auch die Marsch sich bereit fand, mit dem Schutz des Bütteler Aufsendeichlandes zu beginnen, bevor die äufseren und inneren Voraussetzungen der Ausführbarkeit jenes Entwurfes erfüllt sein konnten.

Dieser Plan verfolgt im besonderen zweierlei Zwecke, erstens sollten durch 18 Stromwerke Nr. 14 bis 31 die bisher noch nicht durch solche gedeckten Deichstrecken den erforderlichen Schutz herbeiführen, und in zweiter Stelle sollten durch Parallelwerke zwischen den Buhnen Aufschlickungen herbeigeführt und beschleunigt werden, welche den Boden zur Herstellung einer Berme vor dem jetzigen Deich in späterer Zeit liefern könnten. Aufserdem war der Bau einiger Steindecken an dem in Abbruch befindlichen Uferrand vor dem Bütteler und St. Margarethener Aufsendeich vorgesehen.

Am oberen Ende des zu schützenden Deiches war bereits, wie oben erwähnt, in der Zeit von 1855 bis 1862 eine Reihenfolge von Buhnen, Nr. 1 bis 13 des Planes Abb. 2 Bl. 46 u. 47, vor Hollerwettern und ebenso am unteren Ende unmittelbar oberhalb des Holstenrecks vier Buhnen und zwar zwei, Nr. 31 und 32, in der Zeit von 1852 bis 1853 unter erstmaliger Anwendung des Sinkstückbaues in hiesiger Gegend erbaut. Anschliefsend an diese älteren Werke war die Streichlinie der neuen Schutzwerke 14 bis 31 so geplant, dafs die Köpfe der vor Scheelenkuhlen liegenden Werke in jene Linie fielen. Die Parallelwerke waren überall da vorgesehen, wo kein Vorland mehr vorhanden war, also oberhalb Buhne 1 beginnend bis unterhalb Buhne 25, die Steindecken zum Schutz des Bütteler Aufsendeiches oberhalb Buhne 30. Bis dahin vom Holstenreck aufwärts war bereits in der Zeit zwischen 1854 bis 1870 eine Steindecke, dem Bedürfnifs folgend, ebenso wie die Wurzelenden der Buhnen Nr. 30 und 31, gebaut und ferner vor dem St. Margarethener Aufsendeich unterhalb der Buhnen 26 und 27, wo besonderer Abbruch des Ufers aufgetreten war. Nach diesem Bauplane hatte die Marsch alsbald aus freien Stücken zu bauen begonnen, bevor die Verhandlungen über die staatliche Beihülfe und die daran geknüpften Bedingungen der Verpflichtung zur Ausführung des Gesamtentwurfes im Jahre 1878 endgültig erledigt worden waren. Diese Arbeiten in der Zeit von 1873 bis 1878 hatten sich auf Parallelwerkbau zwischen den Buhnen 7, 8 und 9, um den Erfolg und Fortgang der Aufschlickung beobachten zu können, sowie auf den Bau der Steindecken vor dem Bütteler Aufsendeich erstreckt.

Mit dem Jahre 1879 begann alsdann mit vollen Kräften der Ausbau zunächst der Buhnen 25, 26 und 27 wegen deren Wichtigkeit für die Verhinderung des Abbruches des Aufsendeiches vor St. Margarethen und wegen der damit zusammenhängenden etwaigen weiteren Vertiefung des Kolkes vor Scheelenkuhlen. Bereits nach dem zweiten Baujahr 1880 zeigte sich auf dem Watt bei Buhne 26 eine zunehmende Aufschlickung, die es vortheilhaft erscheinen liefs, den Bau der Buhne 26 einstweilen zu unterbrechen, und welche den Grundsatz zeitigte, eine Buhne um die andere zu bauen, damit der Bau der Zwischenwerke auf dem inzwischen angewachsenen Schlick billiger werden könne. Hiernach wurden die entworfenen 18 Buhnen in der anfangs auf 10 Jahre vorgeschlagenen, später jedoch auf 15 Jahre ausgedehnten Bauzeit ohne erhebliche Mifsgeschicke ausgeführt, damit die Wilstermarsch bei Aufbringung der Mittel, wovon 50 v. H. vom Staat als zinsfreies Darlehen bis nach Abschlufs des Gesamtbaues gewährt wurden, eine Erleichterung erfahre. Die Buhnen 17, 18, 19, 21, 22, 30 und 31 schliefsen sich an ältere Werke an, damit diese letzteren nach Möglichkeit hierbei verwerthet werden konnten.

Der Unterbau der Buhnen ist bis etwa in Höhe des gewöhnlichen Niedrigwassers aus Sinkstücken hergestellt, mit auslaufendem Kopf in der Neigung 1:6. Die Kronenbreite der Buhnen beträgt am Wurzelende 3 m, am Kopfende 6 m bei einer Höhenlage von 0,50 m am Uferanschlufs und von 2 m am Kopf unter gewöhnlicher Fluthhöhe. Die Seitenböschungen sind für den Kopf $1\frac{1}{2}$ fach, für die übrige Buhnenlänge $\frac{1}{2}$ fach ausgeführt. Die im allgemeinen in 50 m Entfernung vom Deichfufse angelegten Parallelwerke, 2,50 m breit und 0,60 bis 0,80 m über Watt hoch, aus Faschinen gebaut und mit Steinen abgedeckt, sind abgesehen von den zwischen den Buhnen 7, 8 und 9 im Jahre 1873 erbauten Probestrecken, welche damals eine Breite von 1,80 m dem Entwurfe entsprechend erhalten hatten, in dem Zeitraum seit 1894 ausgeführt und werden im Jahre 1900 beendet, gleichwie die östlich von Buhne 1 nachträglich geplante Anlage von sechs Buhnen zum Schutz des Aufsendeichlandes vor Dammducht.

Der Lageplan, (Abb. 2 Bl. 46 u. 47) zeigt den Stand der am Ende des 19. Jahrhunderts vor den Wilstermarsch-Elbdeichen zu deren Schutz und Sicherheit angelegten Werke, womit nach menschlichem Ermessen der Abschlufs von Schutzwerken in vollkommener Weise erreicht ist. In deren sorgfältiger Erhaltung wird künftig die Wirksamkeit der für die Wilstermarsch berufenen Vertreter beruhen, um Sorgen und Aufwendungen kostbarer Art, wie dies früheren Geschlechtern beschieden war, der Marsch fern zu halten.

Die in den Jahren 1873 bis 1900 ausgeführten Bauwerke werden die Anschlagssumme von 1395000 ℳ für die

Buhnen und Steindecken und 123000 ℳ für die Parallelwerke, im ganzen 1518000 ℳ nahezu voll in Anspruch nehmen.

Die Abb. 7 bis 18 Bl. 46 u. 47 zeigen die Veränderungen der Flufssohle vor Scheelenkuhlen in etwa zehnjährigen Zwischenräumen, und zwar derartig gewählt, dafs jedesmal Anfang und Ende eines besonderen Bauabschnittes zur Darstellung gebracht ist.

In Abb. 6 Bl. 46 u. 47, welche die Schutzbauten vor der gefährdeten Deichecke bei Scheelenkuhlen im einzelnen zeigt, sind die Peillinien eingetragen. Von der Mitte des verflossenen Jahrhunderts ab sind die Peillinien I bis VI mit Ausnahme von IV nicht weiter verfolgt; nur diese letztere ist nicht verlassen und bis in die letzte Zeit zugleich mit den Peillinien VII bis XI beobachtet. Die Aufzeichnungen lassen erkennen, dafs die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts angewandte Bauweise mit Schüttsteinen keine Verbesserungen in den Stromverhältnissen vor Scheelenkuhlen gebracht hat. Erst der Bau der Sohlschwellen von 1857 bis 1866 zeigt den Anfang zwar einer Vertiefung des Kolkes, aber auch deren Abwendung von dem Deiche. Und mit dem Bau der flachen Buhnenköpfe von 1867 bis 1874 beginnt das Anwachsen des Wattes und wird in hervorragender Weise bemerkbar mit dem Zeitpunkt des Ausbaues der Buhnen in den Buchten oberhalb und unterhalb Scheelenkuhlens, namentlich der Buhne 24. Es lassen die vergleichenden Peilergebnisse auch ferner fast durchweg die Widerstandsfähigkeit der Werke erkennen mit einziger Ausnahme in der Peillinie XI, wo im letzten Jahrzehnt ein Abbruch des Werkes bemerkbar wird, dessen Wiederherstellung und Aufholung eine Aufgabe der nächsten Zeit sein mufs.

Als das für die Wilstermarsch erfreulichste Ergebnifs hinsichtlich des Schutzes des Deiches vor Scheelenkuhlen mufs, nachdem fast zwei Jahrhunderte lang in unzureichender und zum Theil verständnifsloser Weise nach Hülfe und gegeeigneten Mitteln vergeblich und unter grofsen Kostenaufwendungen gesucht war, uneingeschränkt der nach dem Jahre 1866 beginnende Uebergang zu derjenigen Bauweise bezeichnet werden, welche nach Erkennung der schädlich wirkenden Ursachen des Uferangriffes vor Scheelenkuhlen zuerst in dem Ausbau der flachen abgeböschten Köpfe vor den Werken, wie solcher in Abb. 3—5 Bl. 46 u. 47 dargestellt ist, nach den Entwürfen des damaligen Deichinspectors, jetzigen Geheimen Oberbauraths Fülscher eingeleitet ist und nach dessen Entwurf vom 15. März 1873 durch Ausbau der an Scheelenkuhlen anschliefsenden Strombuchten jetzt ihren wirkungsvollen Abschlufs gefunden hat.

Zu vorstehender Abhandlung, zu welcher das verarbeitete Material aufser aus den bereits angegebenen Quellen und unter Anregung aus der „Geschichte der holsteinischen Elbmarschen von Professor Detlefsen, Glückstadt a. E.“ aus den Archiven der Wasserbauinspection Glückstadt, des Landrathsamtes in Itzehoe, der Wilstermarsch zu Wilster, ferner aus corpus constitutionum regio-holsaticarum und aus einer Privatsammlung eines früheren Deichgrefen der Wilstermarsch geschöpft ist, hat den Anlafs gegeben der mit dem Jahrhundert zum Abschlufs gekommene Ausbau der Deichschutzwerke vor den Elbdeichen der Wilstermarsch und vor der darin am meisten gefährdeten Stelle bei Scheelenkuhlen, deren schwierige und kostspielige Vertheidigung und Erhaltung mehrere Jahrhunderte hindurch zu den Hauptaufgaben der Wilstermarsch gezählt hat. Die Erkenntnifs der Wichtigkeit dieses Punktes und das Bewufstsein der der Marsch hier durch Versäumnisse in der Unterhaltung der jetzt zu Ende geführten Schutzwerke drohenden Gefahr wird unzweifelhaft eine Gewähr dafür sein, dafs der Schutz des Deiches vor Scheelenkuhlen eine der vornehmsten Aufgaben der mit der Fürsorge für die Wilstermarsch betrauten Behörden auch künftig sein und bleiben wird.

Glückstadt a. E., im Jahre 1900.

Sommermeier, Baurath.

Die Strafsenbrücke über die Süderelbe bei Harburg.

Vom Regierungs- und Baurath G. Narten und Prof. S. Müller.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 und 36 im Atlas.)

(Schlufs.)

Längenänderungen infolge Wärmewechsels sind, soweit sie gleichmäfsig auftreten, ohne Einflufs auf das System. Die nur geringen Unterschiede im Fachwerk und im beschatteten Zugband konnten unberücksichtigt bleiben.

Die Berechnung des statisch einfach unbestimmten Bogenträgers erforderte zunächst die Einflufslinie für die Horizontalkraft X_a des Zugbandes. Aus der allgemeinen Elasticitätsgleichung

$$X_a = \frac{\Sigma P_m \cdot \delta_{ma}}{\delta_{aa}}$$

ist diese in bekannter Weise als Biegungslinie des Bogenfachwerkes beim Zustand $X_a = -1$ mit Hülfe der elastischen Gewichte w gefunden worden. Eine Vorberechnung unter Annahme constanter Querschnitte ergab die für die genaue Biegungslinie erforderlichen Querschnitte der Fachwerkstäbe; die X_a-Linie (Text-Abb. 13) nähert sich der Form nach einer

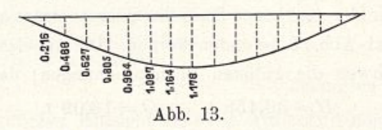


Abb. 13.

Parabel. Die Einflufsflächen der Stabkräfte des Bogenfachwerks sind aus der Beziehung $S = S_0 - S_a \cdot X_a$ bestimmt.

S_0 Stabkraft beim Zustand $X_a = 0$

S_a desgl. beim Zustand $X_a = -1$.

Die Belastung der Einflufsflächen mit den gleichförmigen Belastungen g und p ergab die Stabkräfte infolge von Eigengewicht und Verkehrslasten; in der beistehenden Tabelle

(Abb. 14) sind diese Werthe für das Zugband und einzelne Stäbe des Bogenfachwerkes zusammengestellt.

Als Beitrag der wagerechten Winddrücke auf die Beanspruchung der Hauptträger wurde zunächst die durch den Wind auf das Verkehrsband und die Fahrbahn entstehende,

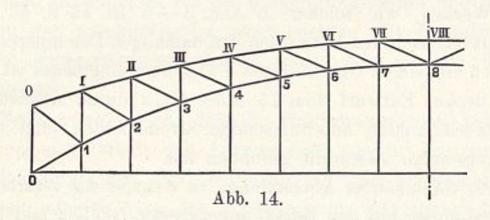


Abb. 14.

Stabgruppe	Stab	Ständige Last: Sg in t	Verkehrslast		Absoluter Gröfstwerth $Sg + Sp$ in t
			Sp max in t	Sp min in t	
Obergurt	0 — I	— 16	+ 29	— 37	— 53
	II — III	— 119	+ 58	— 122	— 241
	V — VI	— 335	+ 52	— 202	— 531
	VII — VIII	— 395	± 0	— 212	— 607
Untergurt	0 — 1	— 439	± 0	— 235	— 674
	2 — 3	— 344	+ 36	— 220	— 564
	5 — 6	— 112	+ 91	— 151	— 263
	7 — 8	+ 16	+ 66	— 65	+ 82
Streben	0 — 1	+ 19	+ 45	— 35	+ 64
	II — 3	+ 70	+ 54	— 17	+ 124
	V — 6	+ 74	+ 76	— 36	+ 150
	VII — 8	+ 18	+ 79	— 69	+ 97
Pfosten	0	— 17	+ 30	— 39	— 56
	II — 2	— 43	+ 11	— 34	— 77
	V — 5	— 25	+ 23	— 37	— 62
	VIII — 8	+ 16	+ 9	± 0	+ 25
Zugband	Z	+ 377	+ 202	± 0	+ 579

senkrechte Zusatzkraft in Rechnung gezogen; sie entlastet die Windseite und belastet die Windschattenseite. Ferner wurden im oberen Bogengurt und im Zugband die entsprechenden Gurtkräfte der Windverbände hinzugerechnet. Schliefslich ergaben die Strebenkräfte des tonnenförmigen oberen Windverbandes in der Ebene des Bogenfachwerks Zusatzkräfte, die sich aus den Neigungswinkeln des Windverbandes ergaben. Die Unbekannte X_a dieses Spannungszustandes ist tabellarisch durch Summenbildung aus der Beziehung

$$X_a = \frac{\Sigma S_0 \, S_a \, \varrho}{\Sigma \, S_a^2 \, \varrho}$$

gefunden worden.

Die Beanspruchungen des steifen Endrahmens sind nach den von Winkler gegebenen Formeln (Querconstruction S. 343 ff.) gemäfs Text-Abb. 15 gefunden worden. Die unbelastete Brücke giebt durchweg die gröfsten Beanspruchungen; dabei ist:

$$H = 33{,}458 \text{ t}, \quad Q = 16{,}09 \text{ t},$$

und die Momente infolge von H

bei A + 667,73 tdm
„ B — 778,90 „
„ C + 778,90 „
„ D — 667,73 „

Einige der gröfsten Gesamtbeanspruchungen des Steifrahmens sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Querschnitt	M in tdm	N in t	Querschnitt in dm²	Trägheitsmoment in dm⁴	Spannung in kg/qcm
1	546	35,013	15,4750	13,5912	1455,2
2	722	vernachlässigt	2,2000	30,7420	1200,0

Aus den Stabkräften infolge der ständigen Last und der mit dem Stofscoefficienten 1,5 multiplicirten Verkehrslast wurde die theoretische Querschnittsfläche nach den Gerberschen Regeln unter Zugrundelegung einer statischen Festigkeitsgrenze von 1,70 t/qcm bestimmt. Bei den Zugstäben sind die Schwächungen durch die Nietlöcher berücksichtigt; für die Druckstäbe ist eine fünffache Sicherheit gegen Knicken nach der Eulerschen Formel verlangt worden. Die Beanspruchungen der gewählten Querschnitte durften schliefslich bei dem denkbar ungünstigsten Zusammentreffen aller Einflüsse den Werth von 1,50 t/qcm nicht überschreiten.

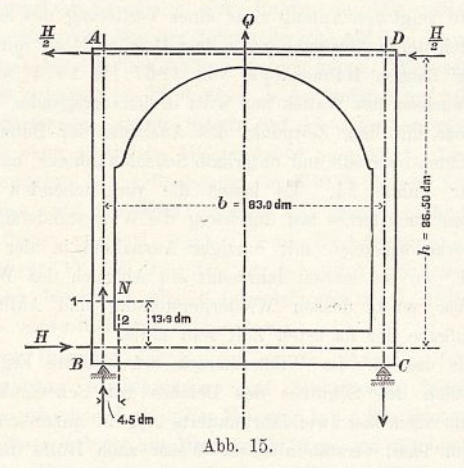


Abb. 15.

Die Querschnitte der Stäbe des Hauptträgers sind durchweg zweitheilig ausgebildet. Die Bogengurtungen und das Zugband sind aus zwei Stehblechen von 45 und 40 cm Höhe, Winkeleisen und Flacheisen in der üblichen][förmigen Anordnung hergestellt; der Obergurt hat aufserdem durchgehende Deckbleche erhalten. Pfosten, Schrägen und Hängestäbe sind aus Winkeleisen, die Diagonalen der Windverbände aus zwei gespreizten [Eisen gebildet.

Die Einzelanordnungen sind möglichst einfach ausgebildet. Durch genaue Führung der Stabachsen in der Kraftrichtung, durch symmetrische Anordnung der Niete und Zusammendrängung derselben an den Knotenpunkten ist der Theorie so viel wie möglich Rechnung getragen (Abb. 1, 2, 3, 4 Bl. 36).

Aus baulichen Gründen liegt die obere Windträgerebene nicht in der Fläche der Schwerlinie des Obergurtes. Das dadurch bedingte Zusatzmoment wurde in ähnlicher Weise untersucht, wie die aus den Winddiagonalen herrührende Längskraft in der Ebene der Tragwand.

Die Hängestäbe haben aufser dem lothrechten Zuge noch Windkräfte aus dem Bogenuntergurte auf die wagerechten Verspannungen zu übertragen und schliefslich auch die wagerechte Aussteifung des Untergurtes zu übernehmen; sie mufsten demzufolge senkrecht zur Brückenachse besonders kräftig ausgebildet werden. Die gegliederten Stäbe haben zum Theil gekreuzte Flacheisen, zum Theil einfache Winkel als Verstrebung

erhalten; kastenförmige Stäbe sind in Abständen von 2 bis 3 m durch Querbleche abgesteift. Die bauliche Ausbildung der Auflager ist in Abb. 5 bis 12 Bl. 36 zur Darstellung gebracht. Auf jedem Strompfeiler sind zwei feste und zwei bewegliche Lager neben einander angeordnet. Bis auf die gufseisernen Stühle der festen Lager sind alle übrigen Theile aus Stahl hergestellt.

Die Längenverschiebungen infolge Wärmewechsels betragen zwischen den Grenzwerthen am beweglichen Auflager 72 mm; hierbei sind Schwankungen zwischen $+35^0$ und -25^0 in Betracht gezogen. Durch Eigengewicht und Verkehrslasten erfährt das Zugband eine Dehnung um 51 mm; die Schlitzlöcher zur Aufhängung an die Hängestangen haben in den Knotenpunkten I einen Spielraum von 22 mm erhalten. Die Ausspreizung der eintheiligen Hängestangen in die unteren vier Aufhängewinkel ist so reichlich bemessen, dafs die Kanten des Querträgers allseitig Spielräume haben. Nach den Erfahrungen bei der Aufstellung dürfte es nicht ohne Vortheile sein, für bewegliche Verbindungen (die Auflagerung der Querträger auf dem Kipplager, die Aufhängung des Zugbandes an der Hängestange und dem Gufsstahllager) so reichliche Spielräume vorzusehen, dafs eine Beeinträchtigung der freien Beweglichkeit durch die unvermeidlichen Ungenauigkeiten der Aufstellung (Hervortreten von Nietköpfen, bezw. von Knotenblechkanten u. dergl.) in jedem Falle ausgeschlossen erscheint.



Abb. 16. Ansicht der Fluthbrücken.

Ein Nachtheil solch fein gegliederter, beweglicher Verbindungen läfst sich kaum ableugnen; sie erfordern bei der Aufstellung eine Sorgfalt, wie sie von dem Werkarbeiter, der an die weit weniger empfindlichen Verbindungen des Brückenbaues gewöhnt ist, nicht schlechthin vorausgesetzt werden darf und wie sie sich wohl nicht auf jeder Baustelle, besonders bei Dringlichkeit der Ausführung und schwierigen Arbeitsverhältnissen wird erreichen lassen.

3. Tragwerk der Fluthbrücken (Text-Abb. 16 u. 17). Die Auflagerachsen je zweier benachbarten Fluthöffnungen fallen mit einander zusammen. Die Hauptträger konnten bei der ausreichenden Constructionshöhe unterhalb der Fahrbahn angeordnet werden, sodafs eine Behinderung des Querverkehrs und eine störende Beeinträchtigung des seitlichen Ausblickes vermieden ist. Das System der sechs für senkrechte Lasten von einander unabhängigen Hauptträger ist ein Fachwerkbalken mit einfacher Dreieckausfüllung. Die Stützweite von 31,15 m ist in fünf Fache von je 6,230 m getheilt; der Trägerabstand beträgt 8,20 m, die Trägerhöhe in der Mitte 2,90 m ($\sim 1/_{10}$ der Stützweite). Ursprünglich waren Parallelträger mit wagerechtem Untergurt vorgesehen; die Bauunterkante lag auf $+5,50$, sodafs die Auflager mit den unteren Gliedern in den Hochwasserquerschnitt hineinragten. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes sind die letzten Untergurtstäbe etwas angehoben. In ästhetischer Hinsicht ist hierdurch gegenüber der Einförmigkeit eines durchlaufenden wagerechten Trägers ein angenehm unterbrochenes Bild einer auch äufserlich gekennzeichneten Trägergliederung geschaffen. Die wagerechten Ausdehnungen, ebenso wie die wagerechten Kräfte werden durch die gemeinsame Auflageranordnung übertragen; nur ein Auflager (auf dem mittelsten Pfeiler) ist fest, die übrigen sind beweglich. Ein besonderer Windverband ist nur in der Ebene des Untergurtes vorhanden; als obere Verspannung wirkt die aufserordentlich steife Fahrbahn. Ueberdies ist in die Betonausfüllung ein leichter Strebenverband einbetonirt. Die Endpfosten über den Auflagern werden durch einen unter der Fahrbahn liegenden Querrahmen aus Fachwerk verbunden, welcher den Winddruck aus der oberen Windverspannung der Fahrbahn in die Auflager und Pfeiler überträgt. — Bei der statischen Untersuchung sind bis auf das Eigengewicht dieselben Belastungen zu Grunde gelegt worden wie bei den Strombrücken. Das Gesamtgewicht einer Fluthbrücke beträgt 260,4 t, mithin entfallen auf 1 m Brückenlänge 8,359 t. Die Zusammensetzung des Eigengewichtes ist in nachfolgender Tabelle angegeben.

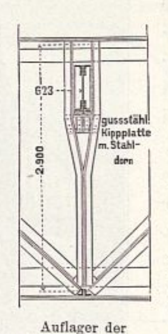
Auf 1 m Brückenlänge kommen	Gewicht der Einheit	Gewicht f. 1 m Brückenlänge
1. 7 qm Granitreihenpflaster	280 kg	1960 kg
2. 0,14 cbm Kieszwischenlage	1800 „	252 „
3. 8 qm Asphaltabdeckung	30 „	240 „
4. 1,05 cbm Beton der Fahrbahn . .	2100 „	2205 „
5. 2,7 qm Gufsasphalt der Fufswege .	40 „	108 „
6. 0,18 cbm Beton der Fufswege . . .	2200 „	396 „
7. 2 m Bordsteine	128 „	256 „
8. Eisen der Fahrbahn (einschl. Geländer)		1964 „
9. Eisen der beiden Hauptträger . . .		930 „
10. Eisen des Windverbandes		48 „
	Zusammen	8359 kg.

In baulicher Hinsicht sind die Auflager bemerkenswerth (Text-Abb. 17). Die aneinander gerückten Endständer sind durch eine gemeinsame stählerne Blattfeder auf einer Kippplatte gelagert, dergestalt, dafs die geringen Drehungen der Verticalen durch die Nachgiebigkeit der Feder ermöglicht sind, während seitliche Kräfte und die Wärmeausdehnungen übertragen werden. Das geringe Moment aus der Federplatte ist für die Beanspruchungen der Hauptträger ohne

bemerkenswerthen Einflufs. Der Aufwand an Eisen wird durch Entfallen von Querrahmen und Auflagertheilen wesentlich geringer, auch können die Pfeiler schmaler ausgeführt werden, besonders, da eine einseitige Belastung nicht auftreten kann. Die Fahrbahn ist über den Pfeilern durch eine Tonnenblechfeder nachgiebig gemacht.

4. Aufstellung der eisernen Ueberbauten. Während der Ausführung des Unterbaues wurden die Arbeiten im Werk Gustavsburg soweit gefördert, dafs im Frühjahr 1898 mit der Montage der Fluthbrücken begonnen werden konnte. Bei den Werkzeichnungen und den Materialienauszügen verdient die von Gerber eingeführte, eigenartige Arbeitsweise der Nürnberger Firma bemerkt zu werden. Statt der sonst üblichen fortlaufenden Bezifferung aller Einzeltheile des Hauptträgers werden die Hauptglieder des Tragwerkes (Gurte, Füllungsglieder usw.) durch Buchstaben bezeichnet, die seit Jahren bei allen Bauausführungen die gleiche Bedeutung haben. Ohne weitere Erläuterungen für das besondere Bauwerk ist es dem Monteur möglich, sofort zu erkennen, welchen Hauptträger, welcher Seite, welchem Knotenpunkte usw. das Werkstück angehört.

Die eisernen Ueberbauten sind zum überwiegenden Theile aus Thomaseisen und nur zum geringeren aus Martineisen hergestellt; geliefert wurde das Eisen von den Eisenwerken in Hayingen und von der Burbacher Hütte.



Schnitt *ab*. Schnitt *cd*. Auflager der Querträger in der Verticalen.

Abb. 17. Querschnitt der Fluthbrücke. (1 : 75.)

Bei der Zusammensetzung der Bogenträger ist ein besonderes Zulageverfahren zur Anwendung gekommen. Zunächst wurde ein Bogen auf der Zulage vollständig zusammengelegt und gemeinsam gebohrt. Die Einzelglieder dieses alsdann auseinandergenommenen Hauptträgers sind als Schablonen für die einzelnen Werkstücke der anderen Bögen benutzt worden. Nur an den Enden der Stäbe wurden die Löcher für die Aufstellungsnieten nach Zusammenlegen jedes einzelnen Knotenpunktes gemeinsam gebohrt. Die Vernietung geschah im Werk nur zum geringen Theile noch mit der Hand; das elektrische Nieten ist nach den gemachten Erfahrungen bei einigermafsen sorgfältiger Arbeit vorzuziehen.

Die Kosten eines im Werk geschlagenen Nietes betrugen im Mittel 3 Pf. gegenüber 10 bis 13 Pf. auf der Baustelle. Um möglichst früh mit den Aufsenarbeiten beginnen zu können, wurden zunächst die einfacheren Fluthbrücken in Arbeit genommen. Ihre Einrüstung bot keine Schwierigkeiten. Zunächst wurde ein auf + 4,70 gelegener Rüstboden durch Sprenggerüste unterstützt; zur Sicherung gegen Unterspülungen wurden die einzelnen Joche auf kleine, 3 m in die Erde geschlagene Pfähle aufgesetzt. Die Längsbalken für den Aufstellungswagen und die Lagerstapel der Tragwände wurden erheblich stärker als die übrigen ausgeführt. Die Holzrüstung einer Oeffnung kostete etwa 4000 ℳ; im ganzen standen drei Rüstungen zur Verfügung, sodafs gleichzeitig zwei Brücken aufgestellt werden konnten, während eine Rüstung aus der letzten, fertigen Oeffnung für eine neue Brücke eingebaut wurde. Die Aufstellung der 85 t einer Fluthöffnung nahm etwa vierzehn Tage in Anspruch. Die Eisentheile wurden vom Bahnhof Harburg mit Fuhrwerk über die Fähre bis zum Georgs-Deich und von dort bis zur Rüstung mittels Rollwagen herbeigeschafft. Für die Aufstellung wurde ein mit der Hand betriebener eiserner Krahn benutzt, der mit 12 m Entfernung der Laufschienen die ganze Breite der Fluthbrücken überspannte. Zunächst wurden die beiden Untergurte auf Kopfschrauben ausgestreckt und verdornt; waren die Endrahmen und die Pfosten aufgestellt, so wurden die Längsträger mit einem Dorn eingehängt. In diese und in den ersten Pfosten wurde alsdann der zweite Querträger mit Hülfe des Krahnes eingepafst; mit dem Einhängen des Obergurtes und dem Anklappen der zweitheiligen Diagonalen war das erste Feld aufgestellt.

Bei den Strombrücken wurde naturgemäfs auf Wilhelmsburger Seite begonnen, da dort sämtliche Werkgeräthe vorhanden waren. Die Einrüstung gestaltete sich einfach und wenig kostspielig. Nur in der Mitte und an beiden Enden sind Rammpfähle geschlagen und ähnlich wie auf dem Vorlande Sprenggerüste aufgesetzt worden; die gröfsere Hälfte wurde durch eiserne Rüstbrücken überspannt. Für das Herüberschaffen derselben aus einer Oeffnung in die andere konnte man mit Vortheil Ebbe und Fluth benutzen. Bei Ebbe wurde unter die Träger ein Hochgerüst auf zwei Schuten eingefahren; waren die Brücken durch das steigende Wasser genügend abgehoben, so wurden sie nach der neuen Verwendungsstelle geschleppt und dort entsprechend bei fallendem Wasser abgesetzt. Auch die Werkstücke wurden in Schuten herbeigeschleppt und in einer besonderen Aufzugsöffnung auf den Rüstboden hinaufgehoben (Text-Abb. 18 u. 19). Zur Aufstellung der Bögen diente ein grofser eiserner Krahn von 9 t Tragfähigkeit und doppelt so hohem Eigengewicht; angetrieben wurde er durch einen seitlich angebrachten Elektromotor, der von dem Elektricitätswerk auf Wilhelmsburg durch besondere Leitungen gespeist wurde. Trotz der erheblichen Höhe von 21 m konnte dieser Krahn ohne besondere Rüstungen lediglich mit Hülfe des kleinen, für die Fluthbrücken benutzten Montirwagens aufgestellt werden (Abb. 15, 16 Bl. 36). — Für die Aufstellung der oberen Bögen wurden hohe, in sich ausgesteifte Holzgerüste auf jedem

Querträger abgestützt. Mit der fortschreitenden Aufstellung sind durch Längsbalken besondere Plattformen für den Ober- und Untergurt geschaffen worden. Die langen, senkrechten Gitterstäbe der Bögen mufsten zur Aufnahme des Winddruckes mit dem steifen Obergerüst verkeilt werden (Text-Abb. 18).

Mit dem Vernieten der Knotenpunkte durfte erst begonnen werden, nachdem der ganze Bogen verdornt und

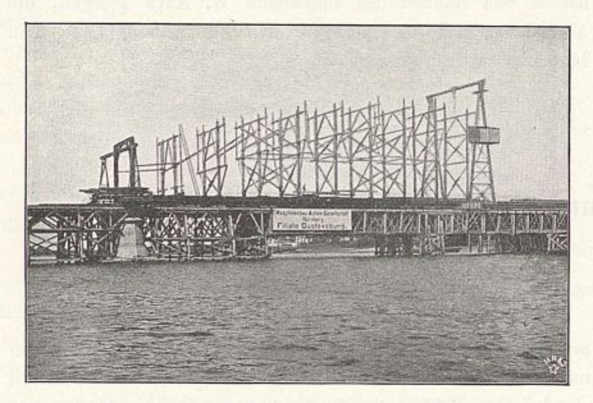


Abb. 18.

verschraubt war. Von den 140000 Nieten einer Strombrücke mufsten 40000 auf der Baustelle geschlagen werden; etwa 0,5 v. H. der letzteren erwiesen sich als lose Niete, die ersetzt werden mufsten. Die Auflager der Hauptträger sind mit möglichst dünnflüssigem Cementmörtel (auf 10 Theile Cement 1 Theil Sand) vergossen worden. Die gesamte Aufstellung der Eisentheile einer Strombrücke nahm drei Monate in Anspruch.

Das Absetzen der Bogenträger erfolgte nach vollständiger Fertigstellung der Hauptträger, jedoch vor Vernietung der

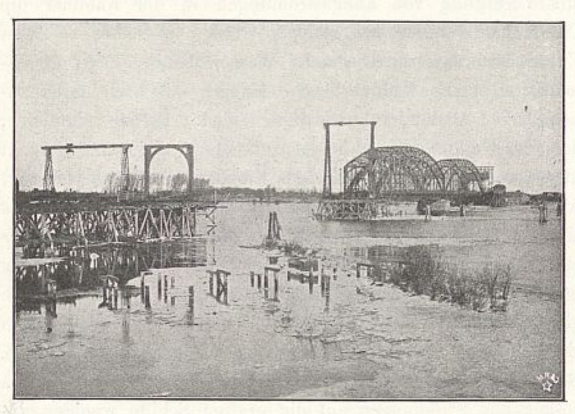


Abb. 19.

Windverbände. Die bei der Freisetzung gemessenen Durchbiegungen und Spannungen haben gute Uebereinstimmung mit den rechnerischen Ergebnissen geliefert. Als gröfste Senkung in der Mitte ergab sich infolge von Eigenbelastung 80 bis 82 mm.

Bis zum Januar 1899 waren die vierte und dritte Strombrücke im wesentlichen fertiggestellt und abgerüstet. Im Winter durfte wegen der Gefahr des Eisganges die tiefe Fahrtrinne nicht eingerüstet werden, so dafs zunächst die über dem Harburger Vorland gelegene Oeffnung I in Angriff genommen werden mufste. Bei Niedrigwasser liegt das Vorland trocken; Rüstbrücken konnten daher nicht eingefahren werden. So wurden Grundpfähle 5 bis 6 m tief gerammt und auf diese, wie bei den Fluthbrücken, abgesprengte Böcke aufgesetzt (Text-Abb. 19). In Oeffnung I konnte zunächst nur die Fahrbahn montirt werden, bis nach Fertigstellung der Rüstung in II der grofse Krahn im Frühjahr herüber geschafft werden konnte.

Die Herstellung der Fahrstrafse und der Fufswege bietet wenig Bemerkenswerthes. Um zwischen den Belagblechen und der Betonausfüllung eine möglichst innige Verbindung zu erreichen, sind dieselben nicht mit dem üblichen Leinölanstrich versehen worden; vielmehr ist der Beton auf die von Rost gesäuberte Eisenhaut unmittelbar aufgebracht worden. Anfangs wurden die Bleche in der immerhin mehrere Wochen dauernden Zwischenzeit zwischen ihrer Vernietung und dem Einbringen der Ausfüllung ohne jeden Rostschutz gelassen; jedoch war die Rostbildung dann eine so erhebliche, dafs die Säuberung und das Abbürsten viel Zeit und Geld in Anspruch nahm. Späterhin wurden die Bleche nach dem Vernieten mit Cementmilch satt gestrichen, ein Verfahren, welches für zwei bis drei Monate recht gut die Rostbildung verhütete. Auf den Fufswegen sind die Zwischenräume der Belageisen zunächst durch eigens auf der Baustelle geformte Betonplatten überdeckt worden; die weitere Betonausfüllung konnte alsdann ohne Unterschalung der Zoreseisen ausgeführt werden.

Nach Fertigstellung der Fahrbahn hat das gesamte Eisenwerk einen zweiten Mennigeanstrich und zwei hellgraue Ferrubronanstriche erhalten.

Allgemeine Schlufsbemerkungen.

Im Bauplan war ursprünglich in Aussicht genommen, sämtliche Arbeiten bis zum 1. April 1900 fertig zu stellen. Kurz nach Beginn der Arbeiten erbot sich die Unternehmerin, die Brücken schon zum 1. October 1899 dem Betriebe zu übergeben; sie erhielt hierfür von der Staatsbauverwaltung aus den Ersparnissen für einen sechsmonatlichen Fährbetrieb eine Entschädigung von 15 000 ℳ. Im Sommer und Herbst 1897 sollten der ganze Unterbau, im Winter und Frühjahr 1898 die Fluthbrücken, im Sommer und Herbst zwei Strombrücken und ein Brückenthor und schliefslich bis zum 1. August 1899 die beiden anderen Strombrücken und das Harburger Thor fertiggestellt werden. Bei den aufserordentlich günstigen Witterungsverhältnissen der Bauzeit war es möglich, alle Fristen inne zu halten. Schon am 15. Juli 1899 konnte das Einschlagen des letzten Nietes durch ein besonderes Fest gefeiert werden. (Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1899, Seite 347.)

Die Gesamtkosten des Bauwerkes belaufen sich auf 1800000 ℳ. Für die Unterhaltung der Brücke und die Schaffung eines Neubaufonds werden Brückengelder erhoben. Von den Gebühren seien nachfolgend die wichtigsten angeführt:

1. Fuhrwerke mit einem Pferde . . . . . . 25 Pf.
2. Fuhrwerke mit zwei Pferden . . . . . . 40 Pf.
3. 1 Stück Grofsvieh . . . . 10 Pf.
4. 1 „ Kleinvieh . . . . 5 Pf.
5. 1 Fahrrad . . . . 5 Pf.

Fufsgänger sind frei.

Am 1. October 1899 wurde die neue Brücke in Gegenwart von Vertretern sämtlicher betheiligten Staats- und Gemeindebehörden feierlich dem Verkehr übergeben. Bis auf unwesentliche Nacharbeiten ist das gesamte Werk zu dieser Frist fertiggestellt worden. Der gröfste Theil aller Bauarbeiten war der Nürnberger Maschinenbaugesellschaft als Gesamtunternehmerin übertragen gewesen; das Eisenwerk des Ueberbaues und die eigentlichen Gründungen sind von ihr selbst ausgeführt worden, die übrigen Arbeiten waren weiter vergeben.

Wie schon erwähnt, hat die Oberleitung des Baues in den Händen des Baurathes Narten gelegen. Die besondere Bauausführung war seit Herbst 1898 dem Regierungs-Baumeister Siegmund Müller übertragen; daneben waren die Regierungs-Bauführer Schönian und Blumenthal beim Brückenbau thätig. Seitens der vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, Actien-Gesellschaft, war die Aufstellung des Entwurfes unter Oberleitung des Baurathes Rieppel durch Ingenieur Herrmann erfolgt. Die Ausführung im Werk und auf der Baustelle hat in den Händen des Ingenieurs W. Kitz gelegen, die Ausführung auf der Baustelle war seit Anfang 1898 dem Ingenieur Spiefs übertragen.

Der Bau des Dortmund-Ems-Canals.

(Mit Abbildungen auf Blatt 48 bis 52 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

B. Die Schleusen.

a) Allgemeines.

Zur Ueberwindung der Haltungsgefälle von der Hopthaltung bis zum Emder Binnenhafen sind im ganzen 19 Schleusen erbaut. Hiervon entfallen:

1. auf den Abstieg von der Haupthaltung zur Ems bei Hanekenfähr:
   - 6 gewöhnliche einschiffige Kammerschleusen von 67 m Länge und 8,60 m Weite bei Bergeshövede, Bevergern, Rodde, Altenrheine, Venhaus und Hesselte mit Gefällen abnehmend von 4,10 bis 3,60 m,
   - 2 einschiffige Sparschleusen von den gleichen Abmessungen bei Münster und Gleesen mit 6,20 und 6,14 m Gefälle;
2. auf den ausgebauten Haneken-Canal:
   - 4 Schleppzugschleusen von 165 m Nutzlänge und 10 m Weite, davon die obere, die sogen. Sperrschleuse bei Hanekenfähr, mit geböschten Kammerwänden und 0 bis 1,50 m Gefälle*), die übrigen bei Varloh, Teglingen und Meppen mit gemauerten Kammerwänden und Gefällen von 3,67, 3,30 und 4,20 m;
3. auf die canalisirte Emsstrecke:
   - 5 Schleppzugschleusen von gleichen Abmessungen wie unter 2 bei Hüntel, Hilter, Düthe, Bollingerfähr und Herbrum mit geböschten Kammerwänden und Gefällen von 2,90, 1,50, 2,20, 1,80 und 1,85 m;
4. auf den Seitencanal Oldersum-Emden:
   - 2 Kammerschleusen von 100 m Nutzlänge und 10 m Weite mit abweichenden, später zu erörternden Verhältnissen.

Die Bauart der verschiedenen Arten der Schleusen soll an einzelnen Musterbeispielen näher beschrieben werden. Im allgemeinen ist folgendes zu bemerken.

Die Füllung und Entleerung der Schleusenkammern erfolgt durch seitliche Umläufe, welche bei den Schleusen mit gemauerten Kammerwänden in voller Länge durchgehen und eine Reihe von Ausströmungsöffnungen haben, während sie bei den Schleusen mit geböschten Kammerwänden nur um die Wendenischen herumgeführt sind. Die Umläufe haben, um die Leistungsfähigkeit der Schleusen durch Abkürzung des Wasserausgleichs möglichst zu steigern, bedeutende Querschnittsflächen erhalten. Bei den bedeutenden Wassermassen, welche demzufolge in der Secunde zu- und abzuführen sind — bei den kleineren Schleusen bis 20 cbm, bei den gröfseren bis 30 cbm/sec —, war daher auf eine ruhige Lage der Schiffe Rücksicht zu nehmen. Für die Schleusen mit durchgehenden Umläufen ergaben eingehende, durch Modellversuche unterstützte Untersuchungen, dafs zur Erzielung möglichst gleichmäfsiger Ein- und Ausströmung und zur Verhütung von Längsströmungen in der Kammer die Oeffnungen, da sie bei gleicher Gröfse, je näher sie dem Unterhaupte liegen, umsomehr Wasser liefern, nicht gleichmäfsig über die Kammerlänge, sondern mit nach unten zunehmenden Abständen zu vertheilen sind. Ferner zeigte sich, dafs der Gesamtquerschnitt der Oeffnungen gleichmäfsig nicht über das $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ fache des Umlaufquerschnitts vermehrt wird, weil einestheils dann bereits die Gröfse des Umlaufes allein für die Gesamtleistung mafsgebend ist, anderntheils eine Verkleinerung auf die Gleichmäfsigkeit der Ausströmung günstig einwirkt. Auch durch Schiefstellen der Röhren kann gleichmäfsigerer Ausflufs erreicht werden, doch beeinflussen sie bei dieser Lage die Entleerung im umgekehrten Sinne. Bei der dann aber vorhandenen gröfseren Wassertiefe und da absaugende Strömungen auf die grofsen Schiffe weniger einwirken, wäre diesem Umstande eine besondere Bedeutung nicht beizumessen. Aufser den über die Schleusenkammer vertheilten Ausströmungsöffnungen ist in der Unterthorkammer noch ein Spülcanal angeordnet. Dieser hat entweder eine unter 45° geneigte Richtung oder er ist durch einen Absperrschieber verschliefsbar gemacht. In den Schleusen mit geböschten Kammermauern vollzieht sich bei dem gröfseren Kammerquerschnitt und dem hier vorhandenen geringeren Gefälle der Wasserausgleich ohne Unzuträglichkeiten für den Betrieb.

*) Der höchste schiffbare Wasserstand in der Ems liegt auf + 22,60, Niedrigwasser der obersten Haltung des Hanekencanals auf + 21,10 N. N.

Ein Mittel zur Regulirung des Wasserzuflusses bietet sich übrigens auch dadurch, dafs die Schützen zunächst nur theilweise z. B. auf $^1/_3$ und erst allmählich voll geöffnet werden. Zu erwähnen ist übrigens, dafs von den etwa nur 1,50 m unter dem normalen Oberwasser ausmündenden Umläufen durch den sich bildenden trichterartigen Wirbel Luft mitgerissen wird, was zu Stöfsen in den Rollschütz- und Nothabschlufsschächten Veranlassung giebt. Dieser Uebelstand wird durch langsameres Oeffnen der Schützen ebenfalls vermieden. Immerhin wäre es vortheilhafter gewesen, die obere Ausmündung der Umläufe unter gleichzeitiger Verbreiterung des Querschnitts etwas tiefer zu legen. Auch würde sich anscheinend durch Vergröfserung der Umlaufquerschnitte und Vermehrung der Einströmungsöffnungen der Anzahl nach, ohne ihren Gesamtquerschnitt zu ändern, eine ruhigere Wasserbewegung in der Kammer erzielen lassen.

Zum Verschlufs der Umläufe dienen senkrechte Rollschützen, bei denen die Schütztafel an die durchgehenden Achsen der Räder gehängt ist. Letztere treten in der Endstellung in entsprechende Vertiefungen der Laufflächen, welche mit dem im Mauerwerk sitzenden gufseisernen Rahmen fest verbunden sind (Text-Abb. 48). Im ersten Augenblick des Anhebens ist mithin durch die Aufzugsvorrichtung eine gleitende

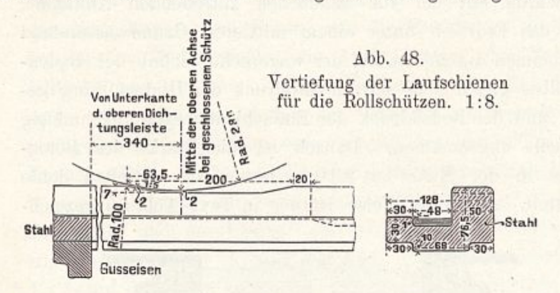


Abb. 48. Vertiefung der Laufschienen für die Rollschützen. 1:8.

Reibung zu überwinden. Zu bemerken ist, dafs die Bemühungen, diesen Uebelstand durch eine anderweite Anordnung zu vermeiden und ein sofortiges Abheben des Schützes etwa durch excentrische Lagerung der Räder auf den Achsen oder auf sonstige Weise zu bewirken, nicht zum Ziele geführt haben. Aus umfangreichen Versuchen mit Modellen verschiedener Bauart — darunter auch mit dem Rollschütz mit Lederstreifendichtung nach dem Heynschen Patent und mit dem keilförmigen Rollschütz mit Hebelanhub nach Hoppe — ergab sich, dafs die zu stellenden Anforderungen, wie dichter Schlufs, leichte Bedienung und Sicherheit gegen Beschädigungen und Abnutzung usw., zuverlässig nur erreicht werden können, wenn für das erste Anheben die Ueberwindung der gleitenden Reibung mit in den Kauf genommen wird. Die Abb. 15 bis 17 Bl. 50 zeigen die Anordnung der Rollschützen. Die eigentliche Dichtung erfolgt durch Stahlleisten. Die Form der Ausschnitte in den Laufschienen und die auch unten seitlich angeordnete Dichtungsleiste bewirken, dafs ein Anliegen des Schützes nicht früher eintreten kann als in seiner Endstellung, dann aber mit allseitigem dichten Anschlufs. Versuchsweise ist auch bei mehreren Schleusen mit möglichst verschiedenem Gefälle je ein Schütz mit Lederstulpdichtung und untergelegtem Rothgufsstreifen eingebaut (Abb. 18 Bl. 50). Dieses bietet den Vortheil, dafs der gröfste Theil des Druckes stets auf die Räder übertragen wird und nur die gleitende Reibung der Dichtungsbacken zu überwinden bleibt. Sollte sich diese Anordnung auf die Dauer nicht bewähren, so kann sie leicht für Stahlleistendichtung umgeändert werden. Zur Erleichterung der Bewegung ist die Last der Schützen durch Gegengewichte ausgeglichen. Die Rollschützwinde, die behufs bequemen Herausnehmens des Schützes leicht abnehmbar gelagert ist, arbeitet mit dreifachem Vorgelege, solange die gleitende Reibung zu überwinden ist, d. h. auf 65 mm Höhe, dann mit doppeltem Vorgelege. Das Gegengewicht hängt an einer über ein Zahnrad geführten Galleschen Kette, welche mit einer Bufferfeder am Schütz angreift. Durch das Uebergewicht des stark gebauten Schützkörpers wird erreicht, dafs sich das Schütz auch unter Druck jederzeit sicher schliefsen läfst. Die Bewegung geschieht von Hand. — Zum Verschlufs der Zuflufsröhren bei den Sparschleusen dienen Cylinderschützen, deren Anordnung bei der Beschreibung jener Bauwerke erörtert werden wird.

Die sämtlichen Schleusenthore sind als eiserne Stemmthore mit einfacher gekrümmter Blechwand und steifen gekreuzten Diagonalen ausgebildet. Als Muster haben die Thore der Schleuse am Mühlendamm in Berlin gedient.*) Wie dort, wird auch hier der Stemmdruck an der Wendesäule durch Stützknaggen und Platten übertragen. Der Abschlufs gegen den Drempel und die Wendenischensteine wird durch Dichtungshölzer bewirkt. In die Thore der Schleppzugschleusen der canalisirten Emsstrecke sind zur Beschleunigung des Wasserausgleiches je zwei Drehschützen von je 0,98 qm mit wagerechter Achse eingebaut; die Thore der übrigen Schleusen haben keine Schützen. Die Abb. 1 bis 4 Blatt 51 zeigen die Bauart des Unterthors der Schleuse bei Bollingerfähr. Die Oberkante der Thore liegt überall 0,15 m über dem höchsten Wasserstand, die mit Zahnantrieb versehene Thorschubstange liegt daher stets über Wasser. Die Bewegung erfolgt durch eine Winde mit Kurbel von Hand. (S. Abb. 12 bis 14 Blatt 50.) Die Verankerung der Halseisen der Thore zeigen die Abb. 12 und 13 Blatt 51.

Eigenartig ist der zur gelegentlichen Trockenlegung der Schleusen und Thorkammern dienende Nothverschlufs, welcher statt durch Dammbalken durch eine den Nadelwehren ähnliche Anordnung gebildet wird. Die Nadeln lehnen sich unten gegen einen mit einem Winkeleisen besäumten Anschlag der Sohlenwerksteine und in Höhe des Wasserstandes gegen einen eisernen Träger. Zur Aufnahme des Trägers sind gufseiserne Kästen in die Schleusenwände eingemauert. Die Kästen sind am Oberhaupt oben offen, sodafs die Träger unmittelbar hineingelegt werden können; am Unterhaupt, wo das Wasser sowohl gegen die Haltung als auch gegen die Schleusenkammer gekehrt werden soll, ist der eine Kasten derartig vertieft, dafs der Träger mit dem einen Ende von oben kommend schräg hinein- und alsdann in den gegenüberliegenden Kasten, soweit erforderlich, zurückgeschoben werden kann. Das Einbringen und Herausnehmen der Träger geschieht mit Hülfe von vierbeinigen Gerüstböcken und Flaschenzügen von der Schleusenplattform aus. Die Nadeln sind aus Eichen- oder Kiefernholz und versuchsweise auch aus eisernen Röhren hergestellt. (Vgl. Centralbl. der Bauverw. 1896 S. 302 u. Zeitschrift f. Bauw.

*) S. Zeitschrift f. Bauw. 1896. S. 54, Blatt 12.

1894 S. 295.) Zum Trockenlegen der Rollschützenschächte ist durch Anordnung von Schlitzen für Nothverschlufstafeln ebenfalls Vorsorge getroffen.

Was die allgemeine Anordnung der Schleusen betrifft, so sind die einschiffigen Schleusen des Emsabstieges so weit aus der Canalachse verschoben, dafs in gleichem Abstande zu dieser im Bedarfsfalle eine zweite Schleuse erbaut werden kann. Das Mafs der Verschiebung beträgt bei den einfachen Schleusen 15 m, bei den Sparschleusen wegen des für die Sparbecken erforderlichen Raumes 22 bis 23 m. Zunächst ist diejenige Schleuse erbaut, welche unter Abwägung der örtlichen Verhältnisse und mit Rücksicht auf eine bequeme Ausführung der zweiten Schleuse die günstigste Lage hatte. Vor der Schleuse sind auf der in der Fahrrichtung rechts liegenden Seite auf 100 m Erweiterungen des Canalquerschnitts als Liegeplätze für wartende Schiffe angeordnet und mit Haltepfählen (Text-Abb. 49) ausgerüstet. Auch bei den Schleppzugschleusen, die in der Canalachse liegen, und wo die Vorhäfen beiderseitig erweitert sind, dient nur die Erweiterung in der Fahrrichtung rechts als eigentlicher Liegeplatz vor dem Durchschleusen; die Erweiterung links ist vornehmlich mit Rücksicht auf die Wasserströmung hergestellt, dient aber vorkommenden Falls auch als Liegeplatz für durchgeschleuste Schiffe, die nicht sogleich weiter wollen. Die Canalböschungen sind meist, soweit sie nicht nahezu geradlinig auf die Flügelmauern der Schleusen auslaufen, in sanfter Krümmung unter 60° gegen die Stirnflächen geführt. Die Böschungsbefestigung in den Liegeplätzen ist, wie schon in Abschnitt III, C bemerkt, aus Bruchsteinen von 30 cm Stärke auf 0,15 m starker Schotterbettung hergestellt; sie setzt sich mit der Neigung $1:1^1/_2$ auf die 2 m breite Unterwasserberme auf und reicht zum Schutz gegen das Einsetzen der Schiffsstangen bis 1 m über den Wasserstand. Die Berme läuft auf 20 m Länge vor der im Anschlufs an die Schleusenflügel mit $1:1^1/_2$, im Unterwasser mit $1:1^1/_4$ von der Sohle bis zum Leinpfad durchgehenden Befestigung aus. Die Endabschlüsse gegen die unbefestigte Böschung sind dreieckförmig gestaltet.

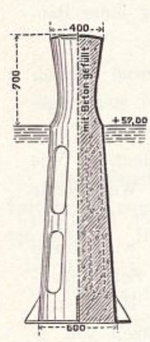


Abb. 49. Ansicht u. Schnitt eines Pollers. 1:50.

Die schon im Abschnitt II, D, b erwähnte Vertiefung der Sohle auf 3 m in den Vorhäfen der einschiffigen Schleusen erleichtert zwar die Querbewegung der Schiffe; demungeachtet hat sich die Lage der Liegeplätze so nahe an den Schleusen als nicht günstig herausgestellt. Namentlich ist die Einfahrt für leergehende Schiffe bei Wind vom Oberwasser her beschwerlich und zeitraubend. Vom Unterwasser her wird die Zuführung der Schiffe durch die Wirbelbildung infolge der Wasserentleerung behindert. Die Schiffer ziehen es daher vor, in gröfserer Entfernung vor der Schleuse zu warten und ohne Querbewegung geradeaus einzufahren.

Bei den meisten Schleusen sind über die verlängerten Unterhäupter feste Wegebrücken, Blechbalkenbrücken von 4 bis 5 m Breite übergeführt, die in den meisten Fällen durch möglichste Vermeidung der Rampen zwar für den Landverkehr insofern günstig liegen, für den Schiffahrtsbetrieb sich jedoch wenig bequem erwiesen haben, als bei den Schiffen, welche ohne eigene Betriebskraft vom Unterwasser her einfahren, Taue und Trossen unter den Brücken durchgebracht werden müssen. Uebrigens sollte wegen der beim Schleusen stattfindenden Hebung des Unterwasserspiegels die lichte Durchfahrtshöhe unter den Brücken etwas über 4 m bemessen werden.

An den Unterhäuptern sind Sturzbetten aus Sinkstücken oder Packwerklagen mit Steinpackung, bei einigen Schleusen auch aus einer Betonlage zwischen Pfahlreihen hergestellt; vor den Oberhäuptern ist meist nur eine pflasterartige Steinpackung als Sohlenbefestigung eingebracht.

b) Die gewöhnlichen einfachen Kammerschleusen.

Die einschiffigen Schleusen sind in den Häuptern und in der Kammer 8,60 m breit. Bei 3 m Wassertiefe über den Drempeln unter dem Normalstand ergiebt sich daher ein Einfahrtsquerschnitt von 25,8 qm. Die Schleusenplattform ist 0,50 m über den höchsten Oberwasserstand gelegt. Der wasserhaltende Querschnitt der entleerten Schleusenkammer mifst gleichfalls 25,8 qm. Dabei ist die Betonsohle der Druckvertheilung im nassen Erdreich entsprechend wie ein umgekehrtes Gewölbe geformt, indem die Wassertiefe an den Wänden 2,50 m, im mittleren Drittel 3,25 m beträgt. Es wurde mit der für Sandboden zutreffenden Annahme, dafs das Erdreich unter einem mittleren Grundwasserstand vollkommen durchnäfst ist, der wagerechte Schub des Bodengewölbes gleich dem activen Erddruck der Hinterfüllung gesetzt und der Bodendruck der Einfachheit wegen gleichmäfsig vertheilt angenommen. Danach ist die Stärke des Betonbettes in der Mitte zu 2,10 m unter der vertieften Sohle ermittelt. Auf diese Weise ist der in Text-Abb. 50 gezeichnete Querschnitt entstanden, der in derselben Form, d. h. abgesehen von der geneigten Vorderfläche der Mauern, auch den Schleppzugschleusen mit gemauerten Wänden zu Grunde gelegt ist.

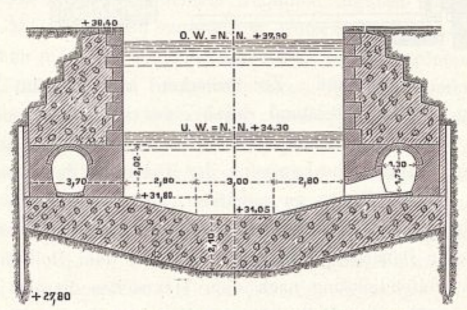


Abb. 50. Querschnitt durch die Schleusenkammer bei Altenrheine. 1:250.

Als Beispiel ist in den Abb. 1 bis 4 Bl. 48 die Schleuse bei Altenrheine dargestellt. Den Lageplan zeigt Text-Abb. 51. Die Schleuse überwindet das Gefälle von + 37,90 bis + 34,30 N. N. Die mittlere Geländehöhe lag an der Baustelle auf + 36,30 N. N., der Grundwasserstand etwa 0,50 m darunter. Der Baugrund bestand durchweg aus feinem Sand. Die Gründung ist, ebenso wie bei den übrigen gleichartigen Schleusen, auf Beton zwischen Spundwänden erfolgt. Diese sind 0,20 m stark und reichen mindestens 2,80 m unter die Betonunterkante. Letztere steigt nach dem Oberhaupt mit der für den Sandboden noch als standfest anzusehenden

Neigung von 1 : 2 an. Der Beton besteht aus 1 Theil Trafs auf 1 Theil Wasserkalkpulver und 1 Theil Sand zu 4 Theilen Sandsteinkleinschlag und ist mit Trichtern geschüttet. Die Häupter und die Schleusenmauern bis über Umlaufhöhe sind aus Ziegelsteinen mit braunen Verblendklinkern in Cementmörtel der Mischung 1:3, die Kammermauer dagegen aus Stampfbeton mit Klinkerverblendung hergestellt. Die Mischung war die gleiche wie bei dem Betonbett. Für die Drempel und Wendenischensteine ist Niedermendinger Basaltlava verwandt; für die übrigen vorzugsweise beanspruchten Kanten und Ecken, wie die Einfahrten, die Mündungen der Umlaufcanäle, die Auflagersteine der Nothverschlüsse und für das liegende Oberdrempelgewölbe Sandstein. Versuchweise ist bei der Schleuse bei Hesselte den geringeren Preisangeboten entsprechend der untere Theil der Kammerwände als Bruchstein-Concretmauerwerk aus Ibbenbürener Sandstein mit verlängertem Cementmörtel 1 : 1 : 6 ausgeführt und der Umlauf mit 10 cm starkem Betonüberzug aus 2 Theilen Kleinschlag und 1 Theil Cementmörtel 1 : 1 auf Schalung verkleidet. Umfangreiche, auf den verschiedenen Baustellen hinsichtlich der zweckmäfsigten, der Art des zur Verfügung stehenden Mauersandes möglichst angepafsten Mörtelmischungen angestellte Versuche haben ergeben, dafs der Trafsmörtel in seinen üblichen Zusammensetzungen weit weniger durchlässig ist als Cementmörtel, dafs aber der letztere durch geeigneten Kalkzusatz, ohne nennenswerth an Festigkeit zu verlieren, erheblich undurchlässiger wird. Namentlich für Betonböden und die Schleusenmauern der Sparschleusen ist daher entweder Trafsmörtel oder Cement mit Wasserkalkzusatz verwandt.

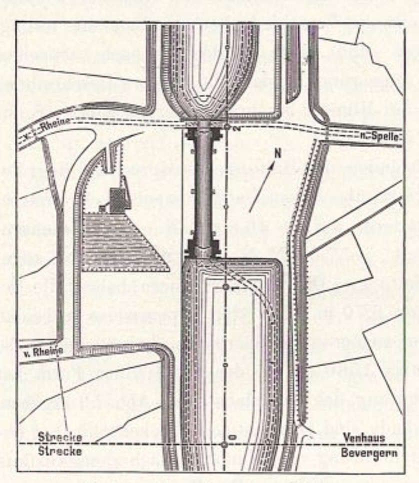


Abb. 51. Lageplan der Schleuse bei Altenrheine. 1 : 4000.

Die Umläufe haben neben den Schleusenkammern einen tunnelartigen Querschnitt von 1,98 qm, in den Häuptern einen rechteckigen Querschnitt von 1,20 zu 1,45 m mit schwach gewölbter Sohle und Decke. Die Ausmündungen aus der oberen Thorkammer und in den unteren Vorboden sind trompetenförmig erweitert. Der Gesamtquerschnitt der neun Einströmungsöffnungen von $9 \cdot 0{,}28 = 2{,}52$ qm beläuft sich auf das $1^1/_4$ fache des Umlaufs; dazu kommt noch der schräg gerichtete Spülcanal mit 0,60 qm Querschnitt. Die Entfernung der Oeffnungen nimmt von 5,30 m nach unterhalb bis auf 7,80 m zu. Zum Schutz des Betonbettes sind Klinkerrollschichten von trapezähnlicher Grundfläche vor den Einströmungsöffnungen eingelegt. Die Füllung oder Entleerung der Schleusenkammer einschliefslich der Thorbewegungen erfordert 7 Minuten. Die Durchfahrt eines mit eigener Kraft fahrenden Schiffes dauert bei bereit gestellter Schleuse und unter günstigen Umständen etwa $8^1/_2$ Minuten, wovon auf die Ein- und Ausfahrt je $^3/_4$ Minuten kommen. Bei den Schleppschiffen ist die Zeit im wesentlichen von deren Gröfse und von der Geschicklichkeit der Mannschaft abhängig.

Zur Verhütung des Umläufigwerdens der Schleuse sind im Anschlufs an die Lehmdichtung der Seitenwände zu beiden Seiten des Oberhauptes von 0,30 m über den Wasserspiegel bis 1,80 m unter die Sohle reichende Lehmwände von 0,70 m Stärke und 16,00 und 13,50 m Länge eingebracht.

Die Baukosten der in der Zeit von 1895 bis 1898 ausgeführten Schleuse ausschliefslich der Grunderwerbs-, Bauleitungs- und sonstigen allgemeinen Aufwendungen betrugen 300 939 ℳ.*)

c) Die Sparschleusen.

Wie schon im Abschnitt II, C entwickelt, bot sowohl für den Abstieg aus der Haupthaltung in die Mittellandhaltung bei Münster als auch für die unterste Stufe des Emsabstiegs bei Gleesen die Zusammenfassung der im ursprünglichen Entwurf auf je zwei Schleusen vertheilten Gefälle an einer Stelle, d. h. durch Anlage von Schleusen mit doppeltem Gefälle, wesentliche Betriebsvortheile. Da aber der Wasserverbrauch des Canals nur für einfache Schleusen bemessen war, mufste durch Anordnung von Sparbecken der Wasserbedarf dem gröfseren Gefälle entsprechend eingeschränkt werden.

Ueber das Wesen und die zweckmäfsige Einrichtung der sogen. Sparschleusen sind im Centralblatt der Bauverwaltung 1895 S. 303 ausführliche Angaben mitgetheilt, auf welche hier Bezug genommen werden darf. Danach hängt die Gröfse der Wasserersparnifs sowohl von der Anzahl der Sparbecken ab, als auch von dem Verhältnifs der Grundfläche jedes Sparbeckens zur Grundfläche der Schleusenkammer. Eine Verallgemeinerung der in dem erwähnten Aufsatze angestellten Betrachtungen führt, wenn n die Anzahl der unter sich flächengleich gedachten Sparbecken, m die Zahl, um welche die Grundfläche jedes Sparbeckens gröfser ist als diejenige der Schleusenkammer und E die Wasserersparnifs in Hunderttheilen der Kammerfüllung bedeutet, zu dem Ausdruck:

$$E = 100 \frac{mn}{m(n+1)+1}.$$

Die Wasserersparnifs nimmt also mit wachsendem n zu und wird, wenn man den Bruch im Zähler und Nenner durch n dividirt und $n = \infty$ setzt, $= 100$ d. h., der Wasserverbrauch wird $= 0$. In Bezug auf wachsendes m wird der Ausdruck ebenfalls asymptotisch; für $m = \infty$, nach Division des Bruches durch m, wird $E = 100 \frac{n}{n+1}$. Die nachstehende Wiedergabe der dem Centralblatt entnommenen Abbildung (Text-Abb. 52) zeigt die Aenderungen der Wasserersparnifs für verschiedene m und n. Man ersieht daraus, dafs die in der Praxis für m anzunehmenden Werthe in engen

*) Ueber die Ausführungskosten der Schleusen, Wehre und Brücken des Dortmund-Ems-Canals und die Kosten der einzelnen Bauarbeiten werden in der in der Zeitschrift für Bauwesen demnächst erscheinenden Fortsetzung der „Statistischen Nachweisungen über ausgeführte Wasserbauten des preufsischen Staates“ ausführliche Angaben mitgetheilt werden.

Grenzen liegen und zweckmäfsig zwischen 1 und höchstens 3 zu wählen sein werden, und dafs auch anderseits, selbst wo

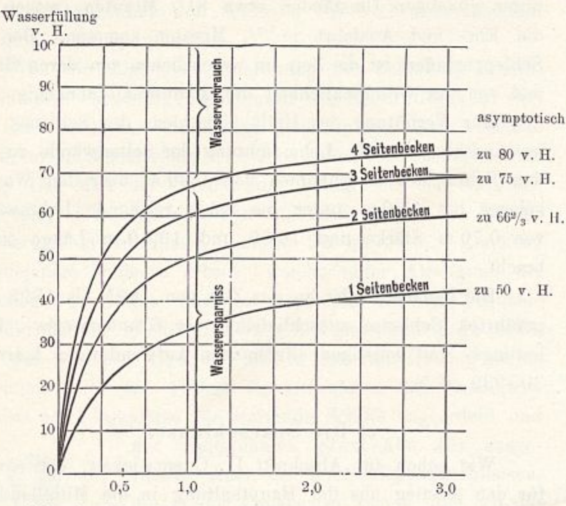


Abb. 52. Darstellung der Wasserersparnifs bei Sparschleusen.

der Oertlichkeit nach ausreichender Platz neben der Schleuse vorhanden ist, eine gröfsere Anzahl von Sparbecken nur dann noch einen wesentlichen Vortheil bietet, wenn es sich um grofse Gefällhöhen oder sehr geringen Wasservorrath handelt.

Die Schleuse bei Münster hat zwei Seitenbecken von je anderthalbfacher Kammergröfse, die Schleuse bei Gleesen zwei Becken von gleicher Flächengröfse mit der Schleusenkammer. Die theoretische Wasserersparnifs beträgt daher bei Münster 54,5 vom Hundert und bei Gleesen 50,0 vom Hundert. Da jedoch im Betriebe der Abschlufs der Verbindungscanäle mit den Sparbecken bei Münster bereits 15 cm, bei Gleesen 17,5 cm vor vollständiger Ausspiegelung vorgenommen wird, um die Zeit der Schleusung möglichst abzukürzen, so verringert sich die wirkliche Ersparnifs auf 52 und 47 vom Hundert. Um den Betrieb nach Möglichkeit zu sichern und die Leistungsfähigkeit der Sparschleusen zu steigern, ist bei diesen von vornherein für alle Bewegungsvorrichtungen, d. h. die Wasserverschlüsse, Thoraufzüge und zur schnelleren Ein- und Ausfahrt der Schiffe dienenden Spille unter Ausnutzung des vorhandenen Gefälles durch eine Turbine Maschinenbetrieb mit elektrischer Kraftübertragung und Sammlerbatterieen eingeführt, welcher zugleich zur Beleuchtung dient. Es ist jedoch Vorsorge getroffen, die Bewegungen im Nothfalle von Hand bewirken zu können.

Abgesehen von gewissen durch die örtlichen Verhältnisse und die theilweise Verschiedenheit der Baustoffe bedingten Abweichungen sind beide Schleusen nach denselben Gesichtspunkten angeordnet, sodafs die weitere Beschreibung auf die Schleuse bei Münster beschränkt werden kann. S. die Abbildungen auf Blatt 49.

Den Wasserständen der Haltungen entsprechend liegt der Oberdrempel 6,20 m über dem Unterdrempel, d. h. ersterer auf + 53,00, letzterer auf + 46,80 N. N. Die Schleusenplattform liegt mit + 57,00 N. N. 0,50 m über der angestauten oberen Haltung. Die Kammermauern haben die bedeutende Höhe von 9,70 m. Die vier je paarweise zu beiden Seiten der Kammer angeordneten Sparbecken haben eine Gröfse von zusammen etwa 1580 qm in der Sohle; ihre Form hat sich aus der Gestaltung des Lageplans Text-Abb. 53 ergeben. Die Umfassungswände sind geböscht, die Beckensohle hat behufs guter Wasserzuführung vom Umfange nach dem Ausflufs hin ein Gefälle von 1 m erhalten. Der Wasserspiegel der gefüllten oberen Becken liegt auf + 54,74, der gefüllten unteren Becken auf + 53,13, der Wasserspiegel der entleerten Becken um je 1,57 m darunter, wobei, wie schon bemerkt, der Abflufs in die Schleusenkammer bereits 15 cm vor vollständiger Ausspiegelung abgeschlossen wird. Der nutzbare Fassungsraum der zusammengehörigen Beckenpaare beträgt je 1019 cbm gegenüber der 3920 cbm haltenden Füllmasse der Schleusenkammer. Es sind demnach bei der Füllung noch $3920 - 2 \cdot 1019 = 1882$ cbm der oberen Haltung zu entnehmen.

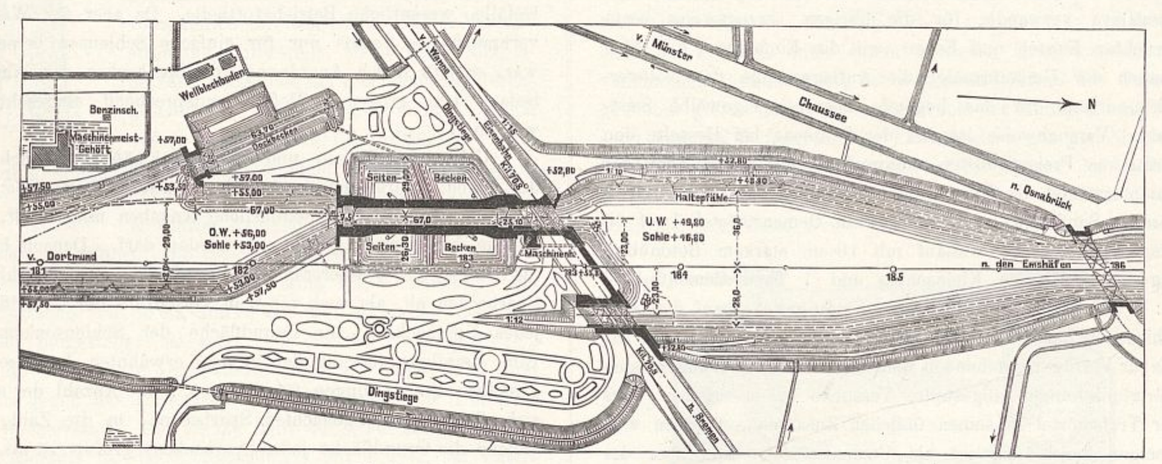


Abb. 53. Lageplan der Schleuse bei Münster. 1 : 3000.

Die Verbindung der Becken mit der Schleusenkammer geschieht durch in den Kammermauern angeordnete Umläufe mit tunnelartigem Querschnitt von 3,32 qm, von welchem jederseits sieben gufseiserne Einflufsöffnungen von je 0,53 qm Querschnitt ausmünden. Als Verschlufs der Umläufe dienen hier, da das Wasser nach beiden Seiten zu kehren ist, Cylinderschützen von 1,80 m Durchmesser oder 2,54 qm Querschnitt, welche auf gekrümmten Abfallschächten aufsitzen. Die Cylinder stehen frei, von 0,90 m der Kammermauer entfernt

und werden an einfachen eisernen Gerüsten mittels Rollen geführt; sie hängen an Ketten, welche über die Rolle einer elektrisch betriebenen Winde geführt sind und im Inneren der Cylinder hängende Gegengewichte tragen. Die Bauart und Anordnung der Cylinder aus 6 mm starkem Flufseisenblech ist aus den Abb. 9 bis 11 Blatt 49 ersichtlich. Für den Nothabschlufs der Ventilöffnungen sind besondere Verschlufsdeckel vorgesehen, die nach Entleerung der Sparbecken durch Traversen an verankerten Bügeln gehalten und auf den Sitzring geprefst werden. (S. Abb. 7 und 8 Blatt 49.) Der Verschlufs der durchgehenden Umläufe am Ober- und Unterhaupt wird durch Rollschützen bewirkt, wie solche bei den einfachen Kammerschleusen beschrieben sind. Die Füllung und Entleerung jedes Sparbeckenpaares erfordert je 70 Secunden, während für den Ein- und Auslafs der aus dem Oberwasser zu entnehmenden oder in das Unterwasser abströmenden Wassermenge ebenfalls je 70 Secunden nöthig sind. Der Wasserausgleich der ganzen Schleusenkammer vollzieht sich daher unter Einrechnung der unvermeidlichen Zeitverluste zwischen den einzelnen Vorgängen in rd. 5 Minuten.

Als Kraftmaschine für sämtliche Bewegungsvorrichtungen dient eine mit dem Schleusengefälle arbeitende Turbine von 11,2 PS mit innerem verstellbaren Leitrad und radialem Einlauf, die in einem auf der rechten Seite des Unterhauptes angeordneten Schacht aufgestellt ist. Die aus einem gufseisernen Muffenrohr von 0,85 m Durchmesser bestehende Zuleitung zieht sich neben den Sparbecken hin; der Abflufs erfolgt durch ein Cementrohr von 1 m Durchmesser nach dem Unterwasser. Das gefällig ausgestaltete Maschinenhäuschen birgt im Erdgeschofs die Gleichstrom-Dynamomaschine von 9 PS nebst den Schaltvorrichtungen und den Bedienungsapparaten für die Turbine, sowie einen kleinen Arbeits- und Gerätheraum unter der Freitreppe; im Obergeschofs ist die Sammlerbatterie von 60 Elementen in einem der Schwefelsäuredämpfe wegen ohne jeglichen Eisenbeschlag ausgeführten und mit Schmelzfarbe gestrichenen Raume untergebracht. Die elektrischen Leitungskabel liegen oben auf beiden Schleusenmauern in Canälen, die mit Riffelblechplatten abgedeckt sind, und werden in einem Rohr neben der das Unterhaupt überschreitenden Brücke nach der linken Seite übergeführt. Die zwölf an den verschiedenen Arbeitsstellen aufgestellten Elektromotoren sind so geschaltet, dafs sowohl die zusammengehörigen von jeder Seite für sich als auch sämtliche vom Maschinenhause aus gesteuert werden können. Jeder Motor hat eine selbstthätige Abstellvorrichtung. Bei dem bisherigen Betrieb erfolgt die Bedienung der Motoren einzeln für sich, da der Oertlichkeit nach vom Innenraum des Maschinenhauses die erforderliche Uebersicht über die ganze Schleuse nicht zu gewinnen ist. Bei erheblicher Steigerung des Betriebes würde die Anlage einer centralisirten Stellvorrichtung an geeignetem erhöhten Standpunkt in Erwägung zu ziehen sein. Die Turbine arbeitet mit so hohem Nutzeffect und so geringem Wasserverbrauch, dafs dieser selbst für die künstlich gespeiste Haltung nicht ins Gewicht fällt. Bevor eine anderweite Speisung der Mittellandhaltung erfolgt, mufs bei Münster ohnehin Freiwasser gegeben werden.

Die bauliche Anordnung der Schleuse erhellt aus den Abbildungen auf Blatt 49. Wegen des aufserordentlich günstigen Baugrundes — in 3 m Tiefe unter der Geländehöhe von + 56,00 N. N. stand fester Mergelfels an, der nur geringen Wasserandrang zeigte und in hoher senkrechter Wand stand — konnte das Betonbett im Trocknen ohne Spundwände eingebracht und dessen Stärke in der Mitte auf 1 m ermäfsigt werden. Sowohl der Bodenaushub als auch das Einbringen des Betons erfolgte z. Th. mit Kippwagen von 0,50 m Inhalt, welche durch Dampfkrahne gehoben wurden. Das aus Bruchsteinen hergestellte Mauerwerk ist in den Ansichtsflächen der Schleuse selbst mit Schichtsteinen verblendet, in den Aufsenflächen der Umläufe und Seitenbecken hammerrecht bearbeitet. Die Zwischenmauern der Sparbecken bestehen im Kern aus magerem Beton (Text-Abb. 54). Die Drempel, Wendenischen und vortretenden Kanten sind aus Basaltlava hergestellt. Die sonstige Ausgestaltung und Ausrüstung entspricht derjenigen der einfachen Kammerschleusen. Bei den etwa 10 m hohen Unterthoren, welche auch hier im allgemeinen nach dem Vorbilde der Thore der Mühlendammschleuse in Berlin gebaut sind, ist bemerkenswerth, dafs die beiden Aussteifungsdiagonalen in ganzer Höhe durchgeführt und dabei die vom unteren Spurzapfen ausgehende Diagonale als gespreizter U-förmiger Kastenträger ausgebildet ist. Zur Erläuterung ist auf die in Abb. 2 Bl. 52 gegebene Lichtbildaufnahme hinzuweisen. Die Blechwand ist im unteren Theile 13 mm, im mittleren 11 und oben 9 mm stark, während bei den übrigen Thoren eine Stärke von 8 mm als ausreichend erachtet ist. Die Schiffshaltepfähle mufsten in den festen Mergelfels eingelassen werden und bestehen aus vier verzinkten Viertelringeisen mit Holzbekleidung (Abb. 12 u. 13 Bl. 49). Das Sturzbett ist 19 m lang und als 0,25 m starkes Bruchsteinpflaster in Cementmörtel hergestellt.

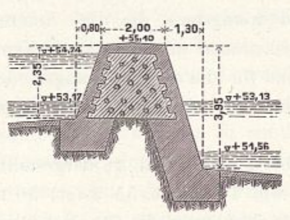


Abb. 54. Zwischenmauer der Sparbecken.

Die Oertlichkeit liefs es zweckmäfsig erscheinen, die Schleuse so zu legen, dafs die zweigleisige Hauptbahn Wanne-Bremen nebst einem zu verlegenden Feldwege, der sog. „Dingstiege“, über das verlängerte Unterhaupt geführt werden konnte. Die Brückenachse bildet mit der Schleusenachse einen Winkel von $53^0\ 40\,^1/_2{}'$. Die Fachwerkträger der Brücken haben eine Stützweite von 15,75 m. Um bei der späteren etwaigen Ausführung einer zweiten Schleuse eine nochmalige Verlegung der Bahnlinie zu vermeiden, sind die über das zweite Unterhaupt führenden Brücken von vornherein mit erbaut.

Die Ausführungskosten der in der Zeit von Ende 1895 bis 1898 erbauten Schleuse betragen 678000 ℳ, die des verlängerten Unterhauptes der zweiten Schleuse 132000 ℳ. Die Maschineneinrichtung, welche von Siemens u. Halske in Berlin geliefert wurde, erforderte ohne das Maschinenhäuschen und ohne die Wasserleitungen 85100 ℳ. Die jährlichen Betriebskosten jeder Sparschleuse ausschliefslich des Gehaltes des Maschinenmeisters belaufen sich auf 5100 ℳ. Ueber das zu Ausbesserungsarbeiten fiscalischer Fahrzeuge dienende Trockendock, welches neben der Schleuse bei Münster angelegt ist, werden in einem späteren Abschnitt einige Mittheilungen gemacht werden.

d) Die Schleppzugschleusen mit gemauerten Kammerwänden.

Die nutzbare Länge der Schleusenkammern ist mit Rücksicht auf das gleichzeitige Durchschleusen eines Schleppdampfers von 25 m und zweier Lastschiffe von je 65 m Länge auf 165 m, die lichte Weite zur Erleichterung der Ein- und Ausfahrt der Schleppzüge auf 10 m bemessen. Ursprünglich war ins Auge gefafst der Kohlenersparnifs wegen, und da hinreichendes Speisewasser zur Verfügung stand, sämtlichen Schleppzugschleusen geböschte Kammerwände zu geben. Da jedoch alsdann bei den Schleusen mit gröfserem Gefälle als 3 m die Füllmassen und namentlich die Umlaufcanäle unzulässig grofs wurden, so sind wenigstens die drei unteren Schleusen im erweiterten Hanekencanal mit gemauerten Kammerwänden ausgeführt, während für die obere Eingangs- oder Sperrschleuse bei Hanekenfähr die geböschten Wände beibehalten sind.

Die als Beispiel in der Abb. 10 bis 12 Bl. 48 dargestellte Schleuse bei Teglingen liegt, wie Text-Abb. 55 zeigt, 50 m seitwärts von der alten Emscanalschleuse; die Canalachse ist

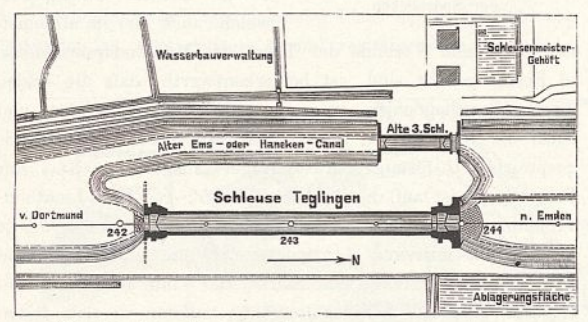


Abb. 55. Lageplan der Schleuse bei Teglingen. 1 : 4000.

mit Halbmessern von 500 m aus der alten Schiffahrtsstrafse abgezweigt. Das Gefälle beträgt 3,30 m. Der Oberdrempel und die Sohlenschwelle des Oberhauptes liegen ebenso wie bei den benachbarten Schleusen Varloh und Meppen 3,0 m unter dem Oberwasserspiegel, theils um den etwa 5 m breiten Thorflügeln eine passendere Höhe zu geben, theils weil dadurch ohne Vermehrung der Kosten die Durchfahrt erleichtert wird. Der Unterdrempel liegt dagegen 2,50 m unter dem Unterwasser. Vortheilhaft wäre auch hier eine Tieferlegung des Drempels gewesen, da die Einfahrt eines vollbeladenen Schleppzuges vom Unterwasser her nicht ungefährlich ist und besondere Vorsicht erheischt. Der Schleppzug mufs mit voller Kraft anziehen. Da hierbei das erste Schiff, sobald es in die enge Schleuse einfährt, seine Geschwindigkeit mehr mäfsigt als das zweite noch im weitern Vorhafen befindliche, kann das letztere leicht auf das erste Schiff auffahren. Bei den Schleusen mit geböschten Kammerwänden und entsprechend weiterem Querschnitt macht sich dieser Uebelstand weniger bemerkbar. Die Bauart gleicht im allgemeinen derjenigen der einschiffigen Kammerschleusen des Emsabstieges, sodafs es genügt die Abweichungen kurz hervorzuheben. Die Häupter sind ähnlich wie bei der Schleuse bei Altenrheine in Ziegelsteinen mit Klinkerverblendung, die Kammerwände im unteren Theil aus Bruchsteinmauerwerk, im oberen als Magerbeton mit Bruchsteinverblendung aufgeführt. Die Mischung bestand aus einem Theil Cement, einem Theil Kalkteig und sechs Theilen Sand. Der Beton des Grundbettes war aus einem Theil Trafsmörtel der Mischung 1:1:1 und zwei Theilen Sandsteinkleinschlag zusammengesetzt. Die Ansichtsflächen der Kammermauern haben die Neigung von 1:0,1 erhalten; sie sind der Kostenersparnifs halber rauh gelassen und zum Schutze der Schiffe sind in Abständen von je 10,50 m senkrechte Reibehölzer auf einem durchgehenden Gurtholz aufgesetzt. Wie sich im Betriebe gezeigt hat, sind die Reibehölzer starken Beschädigungen ausgesetzt und könnten wohl durch eine entsprechende Anzahl von Pollern und Fendern ersetzt werden. Auch erscheinen senkrechte Kammermauern zweckmäfsiger. Die Umläufe haben Querschnitte von je 2,60 qm und sind mit einer 10 cm starken Schicht aus fettem Trafsbeton überzogen. Die Verbindung mit der Schleusenkammer erfolgt durch je zwölf gufseiserne Rohre von 0,60 m Durchmesser, also von 3,36 qm Gesamtquerschnitt gleich dem 1,3 fachen des Umlaufes, ihre Abstände von einander nehmen von 10 bis 18 m zu. In der unteren Thorkammer ist eine Spülöffnung mit Absperrschieber angeordnet. Die Zeit der Füllung oder Entleerung dieser Schleusen, welche bei den Entwurfsarbeiten zu 10 Minuten angenommen war, stellt sich im Betriebe, da mit Rücksicht auf die Wasserbewegung die Schützen nicht ganz geöffnet werden, zu etwa 15 bis 20 Minuten heraus. — Das Sturzbett unterhalb der Schleuse ist auf 14 m Länge durch eine 0,80 m starke Buschpackung mit ebenso starker Schütt- und Packsteinlage gebildet, welche durch schachbrettartig mit 1,50 m Abstand geschlagene Pfähle gehalten wird. Vor die abschliefsende Pfahlreihe legt sich noch eine Steinschüttung. Die Böschungen sind hier im Anschlufs an die Flügel in der Neigung $1:1^1/_4$ durch Bruchsteinpflaster bis zur Sohle und mit vorgesetzter Spundwand befestigt. Am Oberhaupt besteht die Böschungsbefestigung aus einer bis 0,50 m unter den Wasserspiegel reichenden Magerbetonschicht von 0,30 m Stärke, welche sich gegen eine Spundwand mit Steinvorwurf stützt. Darüber reicht bis 0,50 über Wasser Pflaster. Auch haben die Böschungen und die Sohle am Oberhaupt eine Thondichtung erhalten. — Bei der bedeutenden Weite der Häupter erfolgt der Nothverschlufs hier und bei den übrigen Schleppzugschleusen in der Weise, dafs sich die Nadeln oben gegen einen eisernen mit Bodenventilen versehenen Kastenträger lehnen, der schwimmend eingebracht wird. Die Bauausführung fiel in die Zeit von 1895 bis 1897; die Kosten der eigentlichen Schleuse an sich betrugen 497300 *M*.

e) Die Schleppzugschleusen mit geböschten Kammerwänden.

Um allen Unzuträglichkeiten, welche aus einer etwaigen Senkung des Oberwasserspiegels entstehen könnten, vorzubeugen, ist der Oberdrempel der Zugschleusen der canalisirten Ems durchweg in gleicher Höhe mit dem Unterdrempel gelegt. Die Sohle des oberen Vorbodens liegt 3,50 m unter normalem Oberwasser, indem die Sohle des Vorcanals allmählich bis auf diese Tiefe abfällt. Die Schleusenplattform liegt 0,50 m über Hochwasser, eine Ueberfluthung der Schleuse findet also nicht statt; die Kammerwände liegen 0,50 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand. Da vor den Ausmündungen der kurzen Umläufe des Oberhauptes eine so starke Wasserbewegung entsteht, dafs die Schiffe nicht unmittelbar vor denselben liegen können, ist die nutzbare Länge der

Kammer erst von 1 m unterhalb der Mündungen gerechnet. Die Entfernung der Drempelspitzen beträgt daher hier 176,30 m. Bei dem aus feinen festgelagerten Emssande bestehenden Untergrunde sind die Häupter auf Beton zwischen Spundwänden gegründet worden.

Das Gefälle der in Text-Abb. 56 u. den Abb. 13 bis 16 Bl. 48 dargestellten Schleuse bei Bollingerfähr hat bei Normalstau ein Gefälle von 1,80 m. Der höchste schiffbare Wasserstand liegt im Oberwasser des Umgehungscanals auf + 5,40, das höchste Hochwasser auf + 5,65 N. N., im Untercanal in beiden Fällen um 0,20 m tiefer. Die Sohlenschwelle in der Einfahrt in das Oberhaupt liegt auf + 0,30, der Unterdrempel auf — 0,50 N. N. Die Bauart der Häupter weicht von derjenigen der übrigen Schleusen nicht wesentlich ab, nur sind die Flügel am Unterhaupt schräg gestellt, um die Ausströmung in den erweiterten Vorhafen zu begünstigen und den Verkehr vom unteren Leinpfad zur Plattform zu erleichtern. Die Umläufe haben einen Querschnitt von je 3,26 qm.

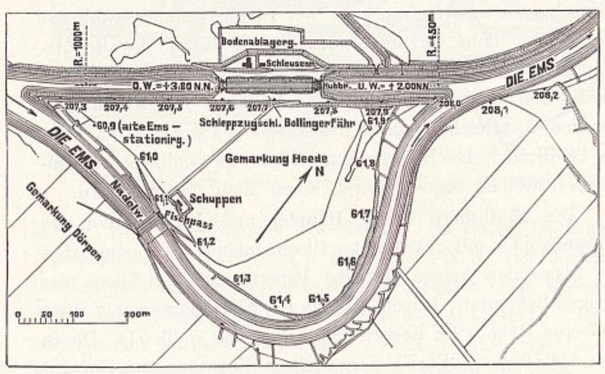


Abb. 56. Lageplan der Schleusen- und Wehranlage bei Bollingerfähr.

Wie schon oben erwähnt, haben sich trotz der bedeutenden einströmenden Wassermassen, z. B. bei der Schleuse bei Hüntel bis zu 30 cbm in der Secunde, Uebelstände nicht ergeben, was sich aus dem erweiterten Querschnitt der Kammer und aufserdem wohl daraus erklärt, dafs durch den sich an der Oberfläche bildenden Rückstrom vom Unterhaupt nach dem Oberhaupt die Stöfse des Grundstromes gegen die tief liegenden Schiffe ausgeglichen werden. Zur Vermehrung der Wasserführung namentlich im letzten Theile der Ausspiegelung ist in jedem Thorflügel ein Drehschütz von 0,98 qm Querschnitt mit wagerechter Achse eingebaut. Die Bauart der Thore erhellt aus den Abb. 1 bis 4 Bl. 51. Die Bewegung der Drehschützen erfolgt mit Hülfe einer Schraubenspindel nach der Abb. 10 und 11 Bl. 50. Die Füllung und Entleerung der Schleusenkammer erfordert rd. je 20 Minuten. Die im Verhältnifs 1 : 1 angelegten Kammerwände sind durch ein Pflaster aus Basaltsäulen mit offenen Fugen befestigt, dessen Fufs sich mit einer starken Steinschüttung gegen eine bis 2 m unter dem Normalstau reichende Pfahlwand stützt. Die Stärke der Säulen beträgt 0,60 m und nimmt nach oben bis auf 0,40 m ab. Die durchschnittlich 0,30 m starke Schotterbettung ist, um ein Ausspülen des leichten Sandbodens durch den zeitweilig eintretenden Grundwasserstrom zu verhüten, filterartig geschichtet.

Auf die ganze Länge der Kammer sind beiderseits zur Führung und zum Verholen der Schiffe 1 m breite Laufstege auf nach nach hinten abgestützten Rundpfählen von 36 cm Durchmesser angeordnet und durch Querstege von der Plattform zugänglich gemacht. Die an sich zweckmäfsige und im bisherigen Betriebe bewährte Anordnung hat allerdings den Nachtheil baldiger Abgängigkeit, sodafs die Frage einer gleich praktischen und billigen, aber dauerhafteren Ausführung ungelöst bleibt.

Die in der Mitte um 1 m vertiefte Sohle der Schleusenkammer ist mit Senkfaschinen von 0,60 m Stärke parallel zur Schleusenachse befestigt, worüber im mittleren Theil noch eine 0,30 m starke Steinschüttung aufgebracht ist. Im Anschlufs an das Oberhaupt ist die Sohle auf 15 m Länge durch eine 0,60 m starke Steinpackung geschützt und mit einer Pfahlwand durchsetzt. Als Uebergang zum Unterhaupt ist eine 1,30 m starke Lehmschicht zwischen Spundwänden eingebracht und mit einer Steinschüttung von 0,30 m Stärke abgedeckt; dazwischen ist ein doppelter, die Fugen deckender Bohlenbelag eingelegt. Das Sturzbett am Unterhaupt besteht zwischen den schrägen Flügeln aus einem 0,60 m starken Betonbett, im weiteren aus Steinschüttungen. Das 0,40 m starke Böschungspflaster in den Vorhäfen stützt sich gegen eine Pfahlreihe in Höhe des niedrigsten Bauwasserstandes.

Ueber das Unterhaupt der Schleuse bei Bollingerfähr führt eine leichte 2,50 m breite Hubbrücke, wie solche auch an der Schleuse bei Meppen ausgeführt ist. Nähere Angaben darüber sollen später beim Abschnitt „Brücken" gemacht werden.

Die Baukosten der in der Zeit von 1895 bis 1897 erbauten Schleuse betrugen 317 000 ℳ.

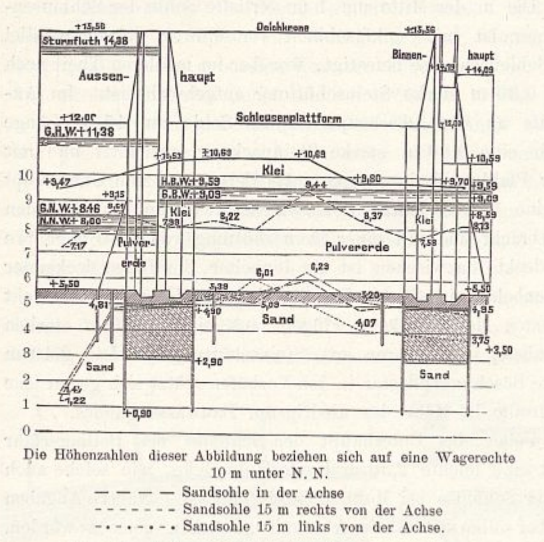
Bei der Sperrschleuse bei Hanekenfähr, welche im übrigen eine den Schleusen der Emscanalisirung ähnliche Anordnung zeigt, wo aber der Untergrund aus Blocklehm besteht, ist der Kammerquerschnitt nach der in Abb. 5 Bl. 48 angedeuteten Weise ausgebildet. Eine Ansicht der Schleuse bei Hanekenfähr zeigt Abb. 1 Bl. 52.

f) Schleuse bei Oldersum.

Der doppelte Zweck der Oldersumer Schleuse, den Seitencanal gegen die wechselnden Wasserstände der Ems abzuschliefsen und die Entwässerung der Marschniederung zu befördern, ist bereits im Abschnitt II C auseinandergesetzt. Auch ist daselbst der Betrieb der Schleuse erläutert. Die Schleuse liegt in unmittelbarer Nähe des Fleckens Oldersum; die Baustelle war so gewählt, dafs die Ausführung im Schutze des Emsdeiches erfolgen konnte. Die Wasserstands- und Bodenverhältnisse sind aus Text-Abb. 57 ersichtlich. Der Baugrund war verhältnifsmäfsig günstig, da die feste Sandsohle etwa in Höhe der Kammersohle anstand. Den Lageplan zeigt Text-Abb. 58.

Die in Abb. 1 bis 4 Bl. 50 dargestellte Schleuse besteht aus zwei gemauerten Häuptern von je 10 m Lichtweite und einer mit geböschten Wänden eingefafsten Kammer von 12 m Sohlenbreite. Die Drempel und die Kammersohle liegen 2,50 m unter dem niedrigsten Emswasserstand. Beide Häupter sind bis 0,68 m über die höchste Sturmfluthhöhe geführt und durch einen ebenfalls sturmfluthfreien Ringdeich verbunden, während die Schleusenplattform auf + 2,00 N. N. liegt. Da jedes Haupt ein Fluth- und ein Ebbethorpaar hat, ist die Möglichkeit gegeben, die Auswechslung der Thore vorzunehmen, ohne den Landesschutz zu beeinträchtigen und ohne die Schiff-

fahrt zu stören, indem die Schleuse mit je einem Fluth- und Ebbethor als Siel benutzt werden kann und die Schiffahrt zur Zeit der Ausspiegelung immer möglich ist. Die nutzbare Länge der Kammer beträgt 100 m. Das Mauerwerk der auf Beton gegründeten Häupter besteht aus hartgebrannten Ziegeln mit Klinkerverblendung unter Verwendung von Werksteinen aus Basaltlava für die Drempel, Wendenische und vortretenden Kanten.



Die Höhenzahlen dieser Abbildung beziehen sich auf eine Wagerechte 10 m unter N. N.
— — — — Sandsohle in der Achse
- - - - - - - Sandsohle 15 m rechts von der Achse
-·-·-·-·- Sandsohle 15 m links von der Achse.

Abb. 57. Wasserstände und Bodenverhältnisse an der Schleuse bei Oldersum.

Die im Verhältnifs 1 : 1 geneigten Kammerwände sind durch eine Pflasterung von 0,35 m langen Basaltsäulen auf 0,25 m starker Schotterbettung befestigt; die Kammersohle besteht aus Sandbruchsteinpflaster von 0,30 m Stärke. Die Anschlüsse an die Häupter haben eine stärkere Befestigung aus Pflaster auf Kleinschlag und Buschpackung.

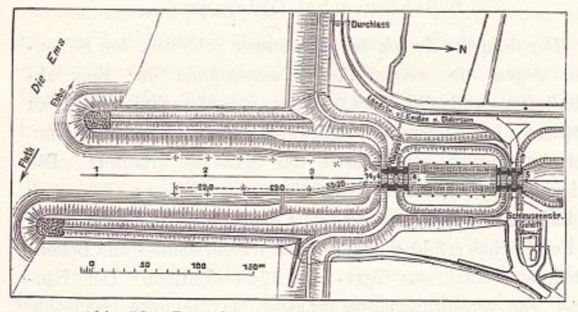


Abb. 58. Lageplan der Oldersumer Seeschleuse.

Vor die Böschung ist ähnlich wie bei den vorbeschriebenen Schleppzugschleusen der Emscanalisirung ein Leitwerk aus Rundpfählen gesetzt, die verholmt und gegen ein auf der Böschung liegendes Zangenpaar abgestrebt sind. Die 1,50 m breiten Laufstege sind durch je sechs Querstege mit der Schleusenplattform verbunden. Die Füllung und Entleerung der Kammer erfolgt durch Umläufe in den Häuptern von je 3,50 qm Querschnitt. Der westliche Umlauf des Aufsenhauptes ist benutzt zur Einführung eines zur unmittelbaren Entwässerung des Binnenlandes dienenden Auslasses mit einer Rückstauklappe. Die Verschlüsse der Umläufe sind dem wechselnden beiderseitigen Ueberdruck entsprechend doppeltkehrend. Für den gewöhnlichen Betrieb dienen Rollschützen, aufserdem sind für Ausbesserungsarbeiten und zur weiteren Sicherung gegen Sturmfluthen Gleitschützen vorhanden. Die in Abb. 6 bis 9 Blatt 48 dargestellten Rollschützen sind durch Gegengewichte annähernd ausgeglichen, sodafs nur die durch den Wasserdruck erzeugten und in der Bewegungsvorrichtung selbst liegenden Reibungswiderstände zu überwinden sind. Die Dichtung der, wie gesagt, nach beiden Seiten kehrenden Schützen geschieht durch die keilförmig gestalteten Seitenbacken, die sich bei der Schlufsstellung gegen den entsprechend geformten gufseisernen Rahmen legen. Jede Schütztafel läuft mit vier Flanschrädern auf zwei eingemauerten Schienen. Die Aufhängung und zugleich zwangläufige Führung erfolgt durch je zwei Gallesche Ketten ohne Ende, deren Kettenräder auf gemeinsamer Achse sitzen. An einer der oberen Achsen greift die Winde an. Die Gleitschützen bewegen sich in einem gufseisernen mit Dichtungsleisten versehenen Rahmen, an den sich die vier aufwärts führenden Laufschienen anschliefsen. In der Schlufsstellung ruht das Schütz auf dem vorspringenden oberen Theil des Schützrahmens, wodurch die Dichtung der oberen Fuge bewirkt wird. Da die Gleitschützen nur als Nothverschlüsse dienen sollen, ist von einer Ausgleichung durch Gegengewicht abgesehen. (Abb. 14 bis 16 Bl. 51.) Die Bewegung geschieht durch eine Schraubenspindel, welche bequem durch einen Mann bedient wird.

Die Fluththore beider Häupter und das Ebbethor des Aufsenhauptes mit gekrümmter Blechhaut und gekreuzten steifen Diagonalen zeigen dieselbe Bauart wie die Thore der übrigen Schleusen; jedoch sind in die Fluththore wegen ihrer gröfseren Höhe zwei Kreuze eingesetzt (Abb. 5 Bl. 51). Die in den Abb. 6 bis 9 Bl. 51 dargestellten Ebbethore des Binnenhauptes sind Riegelthore und haben grofse Schützöffnungen, sowohl um jederzeit eine Entwässerung durch die Schleuse zu bewirken und zur zeitweiligen Spülung des Aufsenteiches, als auch um den ausgehenden Strom sofort unterbrechen zu können, wenn ein Fahrzeug durch die Schleuse gehen will. Die Schützöffnungen haben eine Gröfse von je 9,60 qm, sodafs unter Hinzurechnung der 7 qm weiten Umläufe für Spül- und Entwässerungszwecke im ganzen 26 qm Durchflufsquerschnitt zur Verfügung stehen. Zum Verschlufs dienen Rollschützen, welche mittels zu beiden Seiten angeordneter Gallescher Ketten ohne Ende bewegt werden. Die oberen Kettenräder sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse und werden durch ein Vorgelege angetrieben. Beim Hochgehen des Schützes liegt das untere Kettenrad und ein Theil der Kette innerhalb einer an der Umrahmung der Schützrollen angeordneten viereckigen Röhre. Die Dichtung geschieht mittels einer eingelegten Gummirolle. Gegengewichte sind nicht vorhanden.

Der Anschlufs der Häupter an die Böschungen des Canals wird durch kurze Bohlwerkdreiecke vermittelt, welche den durch Basaltpflaster auf Schotter- und Buschunterlage gesicherten Vorboden seitlich begrenzen. Zur Führung und Befestigung der Schiffe dient aufsen ein hölzernes Leitwerk und eine Reihe von Dalben, binnenseits eine Anzahl Laufstege und Landfesten. Die über das Binnenhaupt führende Landstrafsenbrücke von 5 m Breite hat Parallelträger und Bohlenbelag.

Die Schleuse ist in den Jahren 1894 bis 1897 mit einem Kostenaufwande von 455 000 ℳ erbaut.

g) Schleuse bei Borssum.

Die Borssumer Schleuse vermittelt den Eintritt des Emden-Oldersumer Seitencanals aus der Niederung des Binnenlandes in das höhere Gelände des Königspolders und in den Hafen von Emden. Ihre Lage ist so gewählt, dafs die Landstrafse von Oldersum nach Emden bis zur Vollendung des Bauwerkes unverändert bleiben konnte. Das Gelände liegt ungefähr in Höhe des gewöhnlichen Hafenpeils. Der Baugrund besteht in den oberen Lagen aus Polderboden und Schlick, darunter lagert in 2 bis 3 m Stärke eine mit vielen Baumstämmen durchsetzte Dargschicht; erst etwa 8 m unter Gelände findet sich der aus festem Sand bestehende Untergrund.

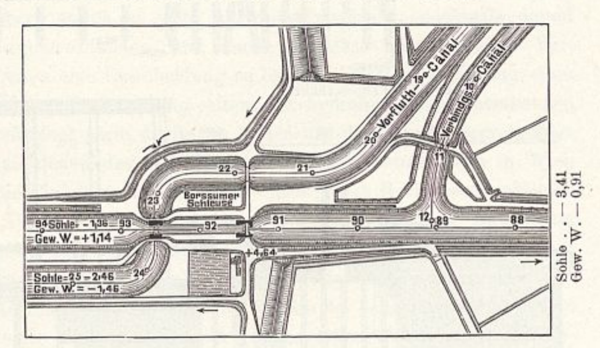


Abb. 59. Lageplan der Borssumer Schleuse. 1 : 8000.

Der gewöhnliche Wasserstand im Hafen liegt auf Nesserlander Fluth-Null, d. h. auf + 1,14 N. N., der höchste 0,60 m darüber, der niedrigste 0,50 m darunter. Der Wasserstand im Seitencanal schwankt zwischen — 0,41 und — 1,41 und hat eine mittlere Höhe von — 0,91 N. N. Es ergiebt sich also ein normales Schleusengefälle von 2,05 m, welches bis auf 3,16 m steigen kann. Bei der schon im Abschnitt II, C beschriebenen, durch die Umgestaltung des Emdener Hafens bedingten anderweiten Regelung der Binnenentwässerung wurde eine Kreuzung des neuen Vorfluthcanals erforderlich, welche dadurch bewirkt wurde, dafs der Vorfluthcanal dükerartig unter dem Oberhaupt der Borssumer Schleuse durchgeführt ist.

Die Schleuse hat eine nutzbare Länge von 100 m bei 10 m Weite und 3 m Wassertiefe. Die Bauart ist aus den Abb. 5 bis 9 Bl. 50 zu ersehen. Die Häupter sind wie die der Oldersumer Schleuse aus Ziegelmauerwerk mit Klinkerverblendung aufgeführt, die stärker beanspruchten Theile aus Basaltwerksteinen hergestellt. Das auf Beton gegründete Oberhaupt ist so tief heruntergeführt, als für die Durchführung der beiden je 12 qm grofsen Dükeröffnungen erforderlich war. Die Dükerdecke ist aus Platten von Basaltlava gebildet, welche zwischen die Flanschen von I-Trägern geschoben und übermauert sind. Da die Decke bei niedrigem Hafenwasser und Hochwasser im Vorfluthcanal Druck von unten erhält, mufsten die eisernen Träger nach unten verankert werden. Der Anschlufs der Dükerstirnen an die Böschungen des Vorfluthcanals wird durch kurze Bohlwerkflügel gebildet, zwischen denen die Sohle der Einläufe durch Basaltsäulen auf Ziegelbrocken und Buschunterlage befestigt ist. Das Unterhaupt ist auf Pfahlrost gegründet worden, da die feste Sandschicht sich erst einige Meter unter der Schleusensohle vorfindet. Die Kammerwände und die in ihnen angeordneten durchgehenden Umläufe haben eine eigenartige Bauart. Die Sohle des 2,35 m breiten und 1,50 m hohen Umlaufcanals wird gebildet durch den mit 5 cm weiten Fugen verlegten Bohlenbelag eines rund 1 m über der Kammersohle angeordneten Pfahlrostes, der auf 1 m Länge 4 senkrechte und 3 schräge Pfähle aufweist. Zur Vermehrung der Standsicherheit sind die beiderseitigen Pfahlroste in Abständen von 4 m durch in die Kammersohle eingebettete Grundbalken gegen einander abgesteift. Auf dem vorderen Holm des Pfahlrostes stehen in gufseisernen Schuhen die mit 1 : 16 geneigten eisernen Ständer der Vorderwand. Diese ist auf 1,30 m Höhe durch eine 1,38 m starke Mauer, darüber durch kurze Kappengewölbe gebildet. In Abständen von 4 m angebrachte Reibhölzer, welche sich federnd gegen 2 wagerechte Gurthölzer lehnen, schützen den gegen äufsere Stöfse recht empfindlichen oberen Theil der Kammerwand. Die Decke des Umlaufes ist auf I-Trägern mit eingeschobenen Bohlen und darauf gestampften Beton hergestellt. In derselben Weise ist die Hinterwand gebildet. Zur Abführung der beim Füllen mitgerissenen Luft sind auf die Decke Thonröhren gesetzt, welche gleichzeitig zur Entwässerung der Plattform dienen. Bei dem grofsen Querschnitt der Umläufe erfolgt die bei 2 m Gefälle etwa 2000 cbm haltende Füllung der Kammer in 3 Minuten. Trotz dieser kurzen Zeit ist die Wasserbewegung infolge der zahlreichen Eintrittsöffnungen eine sehr gleichmäfsige und ruhige. Die Umläufe am Unterhaupt sind durch Rollschützen der auch bei der Oldersumer Schleuse gewählten Einrichtung geschlossen. Am Oberhaupt, wo zum Aufziehen der Rollschützen nicht die genügende Höhe vorhanden war, sind Drehschützen mit senkrechter, centrisch angeordneter Achse gewählt. Die Bewegung geschieht durch eine Schraubenspindel, welche mittels eines aufgesteckten Schraubenschlüssels gedreht wird und auf ein durch Kegelräder gebildetes Vorgelege wirkt. Die Schraubenspindel wirkt bremsend, sodafs das Schütz in jeder Lage feststeht und eine Gefährdung des Arbeiters ausgeschlossen ist. Die Schleusenthore haben dieselbe Bauart wie bei den übrigen Schleusen. — Wie der Grundrifs und der Querschnitt des Oberhauptes (Abb. 9 u. 6 Bl. 50) zeigen, haben die durchgehenden Umläufe eine nach dem unterdükerten Vorfluthcanal führende Abzweigung, welche durch ein Rollschütz verschliefsbar ist. Hierin liegt eine Eigen-

Abb. 60. Lageplan der Schleuse zwischen Ems-Jade- und Verbindungscanal.

thümlichkeit des Betriebes der Schleuse, indem, wie bereits am Schlufs des Abschnittes II, C hervorgehoben ist, der Kammerinhalt u. U. sowohl in den Vorfluthcanal abgelassen, als auch umgekehrt aus letzterem entnommen werden kann.

Die Ausführung erfolgte in der verhältnifsmäfsig kurzen Zeit vom Mai 1896 bis Ende 1897. Die Kosten betrugen 506 000 *M*.

h) Die Schleuse im Verbindungscanal bei Emden.

Die im Zuge des Verbindungscanals zwischem dem Dortmund-Ems-Canal und dem Ems-Jade-Canal (vgl. Abschnitt II, A, S. 51) belegene, in den Jahren 1898 bis 1900 erbaute Schleuse gehört zwar eigentlich nicht zu den Bauwerken des Dortmund-Ems-Canals, indem sie, wie schon erwähnt, nicht auf Kosten des Canalbaufonds selbst ausgeführt ist. Wegen ihres engen Zusammenhanges mit dem Canal mag jedoch, zumal im Hinblick auf ihre eigenartige Bauweise, hier eine kurze Beschreibung gerechtfertigt erscheinen.

Die Schleuse liegt (Text-Abb. 60) an der oberen Abzweigung des Verbindungscanals aus dem Vorfluthcanal, welcher, wie Abb. 4 Bl. 15 zeigt, bei dem Dorfe Wolthusen mit dem Ems-Jade-Canal in Verbindung steht. Das Hochwasser in letzterem liegt auf + 1,39, der Normalspiegel auf + 1,14 N. N. Im Vergleich zu dem auf — 0,91 N. N. liegenden Normalpeil des Seitencanals ergiebt sich also ein Schleusengefälle von 2,05 bis 2,30 m. Die Anordnung und Bauart der Schleuse erhellt aus den Text-Abb. 61 bis 63. Die Schleuse hat entsprechend den Abmessungen der einschiffigen Normalschleusen des Dortmund-Ems-Canals eine nutzbare Länge von 67 m bei 8,60 m Weite und 3 m Wassertiefe über den Drempeln. Zur schnelleren Abwicklung des zu erwartenden äufserst lebhaften Verkehrs der kleinen Fehnschiffahrt nach dem Ems-Jade-Canal ist ein Mittelhaupt eingebaut, wodurch eine kleine Schleuse von 18 m nutzbarer Länge und eine gröfsere von 44 m Länge entstanden sind. Alle drei Häupter sind aus Ziegelmauerwerk aufgeführt mit Klinkerverblendung und Basaltwerksteinen für die Wendenischen und vortretenden Kanten. Der Baugrund besteht unter einer 3 bis 4 m mächtigen Kleilage aus einer 2 m starken Dargschicht, worauf Sand, blauer Klei und Thon folgen. Die Häupter sind daher auf Pfahlrost gegründet und unter jedem derselben zur Verhütung von Durchquellungen drei Querspundwände angeordnet. Text-Abb. 61 u. 62 zeigen den Grundrifs und Längenschnitt des Oberhauptes; die Bauart der beiden andern Häupter ist die gleiche. Die Drempel sind aus eichenen Balken gebildet, welche durch Schrauben mit dem Pfahlrost verbunden sind. Die Kammerwände sind zur Verminderung der Baukosten in sehr einfacher Weise ausgebildet. Sie bestehen bis Unterwasserhöhe aus senkrechten Spundwänden, welche verankert und in der Kammersohle durch Querbalken gegen einander abgespreizt sind. Auf die Spundwand setzt sich eine gepflasterte Böschung mit der Neigung $1:\frac{1}{2}$, im unteren Theile aus Basaltwerksteinen, im oberen Theile aus einer 0,25 m starken Klinkerrollschicht. Hinter der Pflasterung ist zur Verringerung des Erdschubes eine Torfpackung eingebracht. Um ein Aufsetzen der Schiffe auf die Kammerwände zu verhüten, sind vor denselben Reibepfähle angebracht, welche zugleich zur Unterstützung einer Laufbrücke dienen.

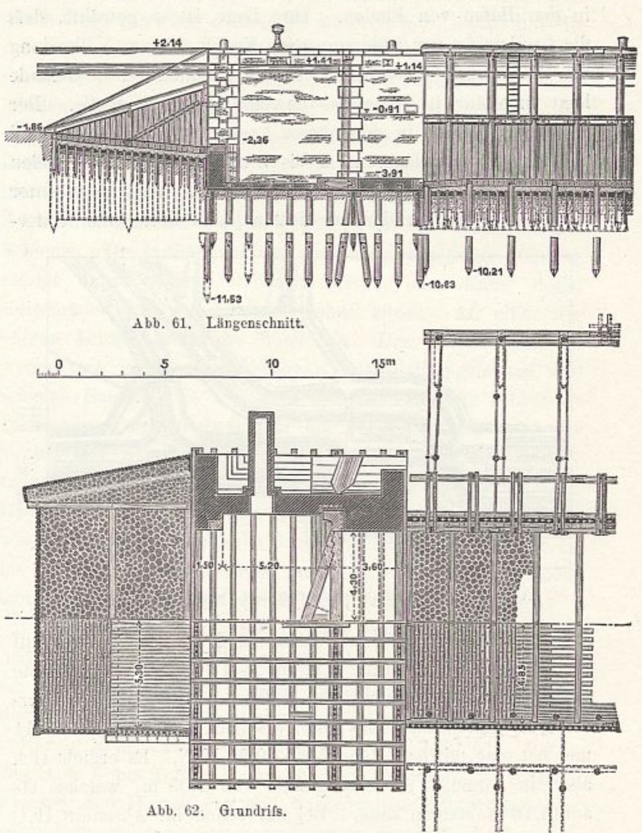


Abb. 61. Längenschnitt.

Abb. 62. Grundrifs.

Abb. 61 u. 62. Oberhaupt der Schleuse im Verbindungscanal.

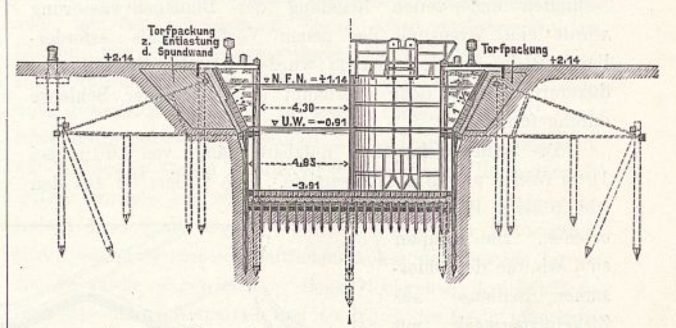


Abb. 63. Querschnitt durch die Kammer der Schleuse im Verbindungscanal. 1 : 300.

Die Sohle der Kammern und Vorböden ist durch Buschpackung, Ziegelbrocken und 30 cm starkes Basaltpflaster abgedeckt. Die Füllung und Entleerung der Schleusenkammer erfolgt durch Klappschützen in den im übrigen wie bei den Schleusen des Dortmund-Ems-Canals ausgebildeten Thoren. Die Herstellungskosten der Schleuse betrugen 275 000 *M*.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die wahre Wetterlage bei dem Hochwasser in Schlesien und Oesterreich Ende Juli 1897.

Von Dr. C. Kafsner in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 53 bis 54 im Atlas.)

Ueber die Wolkenbrüche, durch welche zu Ende Juli 1897 die Alpen- und Sudetenländer in solchem Mafse verwüstet wurden, dafs die Erinnerung daran noch allenthalben lebendig ist, sind bereits vier mehr oder weniger eingehende Untersuchungen erschienen, ohne dafs dadurch die meteorologische Seite dieser Frage volle Klärung erfahren hat. Im Gegentheil stehen sich dabei drei verschiedene Ansichten gegenüber, sodafs es wohl angezeigt erscheint, nochmals darauf zurückzukommen und nach möglichst einwandfreiem Verfahren eine Entscheidung zu liefern. Welche Bedeutung einer solchen Entscheidung seitens der hydrologischen Centralstellen beigelegt wird, dürfte am besten aus den Worten hervorgehen, mit denen das k. k. hydrographische Centralbureau in Wien die Einleitung seiner Werkes über dieses Hochwasser schliefst: „Derartige Naturerscheinungen hinsichtlich ihrer Entstehung sowie ihres Zusammenhanges richtig und vollständig der Natur gemäfs zu erklären, ist ein Unternehmen von grofser Bedeutung, und da es in der Sphäre der möglichen Erfahrungen liegt, kann zunächst im Interesse der Wetter- und Wasserstandsprognose nur lebhaft gewünscht werden, dafs die hiermit gemachte Anregung von meteorologischer Seite weiter verfolgt und ihre Arbeit vom Erfolge begleitet werden möge zur Förderung der Wissenschaft und zum Segen für das allgemeine Wohl."

Eine vollständige Erklärung der gewaltigen Niederschläge zu geben, liegt nicht in meiner Absicht, denn der Streitpunkt, um welchen es sich bei den erwähnten Arbeiten handelt, ist nicht in dieser Erklärung zu suchen, sondern in der Darstellung der Luftdruckvertheilung und deren Aenderung während der Regentage. Zum vollen Verständnifs der Sachlage ist es aber nöthig, die geschichtliche Entwicklung der ganzen Frage kennen zu lernen.

Durch die Untersuchungen von Loomis, Köppen und van Bebber[1]) weifs man, dafs die Gebiete niedrigen Luftdruckes (Depressionen) innerhalb der europäischen Grenzen gewisse Strecken besonders häufig durchziehen, nämlich meist solche Gegenden, welche den geringsten Reibungswiderstand darbieten. Das sind naturgemäfs die Meere. Bei anderen solcher Zugstrafsen, wie man sie zu nennen pflegt, spielen andere Verhältnisse eine Rolle, wie die Temperatur bei der Zugstrafse Vb, die uns hier beschäftigen soll. Man hat nämlich diese Strecken grofser Depressionshäufigkeit als Zugstrafse I, II usw. bezeichnet, um sie leichter handhaben zu können; auf der Karte Abb. 23 Bl. 54 sind diese Bahnen mit je nach der Häufigkeit wechselnder Breite eingetragen. Auf diesen Zugstrafsen hat man sich nur den Kern der Depression gelagert zu denken, während der übrige Theil des grofsen Wirbels zu beiden Seiten sich weit ausdehnen kann, so weit, dafs z. B. Norddeutschland sich, wenigstens zeitweise, in dem Bereich eines Wirbels jeder einzelnen Zugstrafse befinden kann. Man darf aber nicht glauben, dafs jede die Küsten Westeuropas berührende Depression auf einer dieser Bahnen fortschreiten mufs, vielmehr kommen auch reichlich genug Abweichungen vor; immerhin ist eine derartige Bahneintheilung so bequem und vortheilhaft, dafs man die Ausnahmen von der Regel gern in Kauf nimmt.

Wenn auch mehr oder minder die Depressionen aller Zugstrafsen die Witterung in Norddeutschland beeinflussen können, so gilt dies in besonderem Mafse von denen der Zugstrafsen IIIa und Vb — ist doch bei solchen Depressionen schon mehrfach ein Zusammenhang mit gewaltigen Niederschlägen, zumal im Gebiete der Oder, nachgewiesen worden. Während aber die Zugstrafse IIIa mehr für den nordwestlichen Theil der Sudeten, das Riesen- und Isergebirge, in Betracht kommt, hat sich die Zugstrafse Vb durch die ihr angehörigen Tiefdruckgebiete im Quellgebiete der Oder in einen gewissen Verruf gebracht. Liegt z. B. ein Tiefdruckgebiet dieser Zugstrafse über Südpolen, so wehen im Oderquellgebiete nordwestliche Winde, die durch die Westbeskiden zum Aufsteigen gezwungen werden, sich ausdehnen, abkühlen und ihren Wasserdampfgehalt als Regen ausscheiden.[2])

Der Erste, der auf den Zusammenhang eines Oder-Wolkenbruches mit einer Depression der Zugstrafse Vb aufmerksam machte, war Herr Hellmann, als er im Jahre 1888 im Centralblatt der Bauverwaltung (S. 375—376) und 1889 in der Meteorologischen Zeitschrift (S. 19—21) den Wolkenbruch am 2. und 3. August 1888 im Gebiet des oberen Queis und Bober eingehend schilderte und zugleich darauf hinwies, dafs sich bei acht schlesischen Hochwassern aus den Jahren 1880 bis 1888 „die begleitenden Witterungsverhältnisse auf denselben Grundtypus reduciren lassen: eine flache Depression im S, SE oder N von Schlesien, welche langsam in der Richtung nach N bis NE zieht. Die Zugstrafse Vb der von Herrn van Bebber untersuchten Depressionsbahnen entspricht dieser Witterungslage am meisten."

Einige Jahre später heifst es im „Hydrologischen Jahresbericht von der Elbe für 1893. Herausgegeben von der Königl. Elbstrom-Bauverwaltung zu Magdeburg. Magdeburg 1894" auf S. 222 bei der Schilderung der allgemeinen Wetterlage vor dem Augusthochwasser 1890 „dafs die Strafse V der von van Bebber angegebenen Hauptwege der Depressionen eingehalten wird." Im folgenden Jahre deutete noch einmal der Vorsteher des Bureaus des preufsischen Hochwasser-Ausschusses, Herr H. Keller, darauf hin, als er „das Sommer-Hochwasser vom Juni bis Juli 1894 in der Oder und Weichsel" (Centralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 345 bis 350) beschrieb.[3]) Er betont dabei auch, „dafs für alle Sommer-

1) Vergl. besonders van Bebber, Die Zugstrafsen der barometrischen Mimina (1875—90). Meteorol. Zeitschrift 1891, S. 361.

2) Hin und wieder begegnet man noch der Auffassung, als träte die Verdichtung des Wasserdampfes dadurch ein, dafs sich die Luft an den kühlen Bergwänden abkühlt; diese Auffassung reicht, ganz abgesehen von der in ihr liegenden Unkenntnifs einfachster Gesetze der Wärmelehre, auch nicht dazu hin, die Niederschläge in geringer Entfernung von den Bergen zu erklären.

3) Im Anschlufs daran bearbeitete Herr Gravelius eine „Erläuterung der Beziehungen zwischen meteorologischen und Hochwasser-Erscheinungen im Odergebiet." Berlin 1895, worin gleichfalls die Zugstrafse Vb behandelt wird.

Hochfluthen der Oder, soweit sie die Oder selbst und nicht blofs einzelne Nebenflüsse wie Bober und Lausitzer Neifse betrafen — in den Jahren 1876 bis 1883 stets eine Beziehung zwischen Depression und Hochwasser bestand, wie sie auch für das Hochwasser vom Juni 1894 festgestellt wurde", und fährt weiterhin fort: „Zwar hat sich ergeben, dafs jedes eigentliche Sommerhochwasser der Oder Folgeerscheinung eines Tiefs auf Zugstrafse Vb gewesen ist. Aber die Frage nach dem Zusammenhang beider Erscheinungen kann erst dann erledigt werden, wenn auch die Gegenprobe gemacht ist, ob nämlich auf jede in der angegebenen Weise fortschreitende Depression auch ein Hochwasser oder doch ein hoher Wasserstand folgt. Sollte diese Untersuchung einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Minimumbewegung und Hochwasser zweifellos nachweisen, dann würde sich die Möglichkeit der Ausgabe von Hochwasserwarnungen nach Art der Sturmwarnungen in Erwägung ziehen lassen."

Um diese Gegenprobe anstellen zu können, mufste vorher untersucht werden, wann und wie oft im Jahre Vb-Depressionen auftreten. Die Beantwortung dieser Frage wurde mir übertragen und in der ersten Hälfte des Jahres 1895 gegeben. Einen Auszug daraus, dem obige Darlegungen zum Theil entnommen sind, habe ich in der Meteorologischen Zeitschrift 1897 (S. 219 bis 222) veröffentlicht, zufälligerweise nur einen Monat vor dem Juli-Hochwasser, das dieser Arbeit zu Grunde liegt. Bei jener Untersuchung fafste ich den Plan, das Hochwasser 1888 nach dem im folgenden angewandten Verfahren darzustellen. Andere übernommene Verpflichtungen liefsen mich nicht dazu kommen; inzwischen trat das so verheerende Hochwasser vom Juli 1897[4]) ein und lenkte meine Aufmerksamkeit hierauf, ohne dafs ich jedoch imstande gewesen wäre, früher als jetzt an diese Arbeit gehen zu können, da erst jetzt so ziemlich alle erforderlichen meteorologischen Jahrbücher veröffentlicht sind und ihre Benutzung gestatten.

Wieder erschien die erste meteorologische Mittheilung über den „Wolkenbruch vom 29./30. Juli 1897 im Riesengebirge" seitens des Herrn Hellmann (Meteorol. Zeitschrift 1897, S. 313 bis 315). Nach eingehender Schilderung der gefallenen Regenmengen sagt er: „Die allgemeine Witterungslage, welche die starken Regenfälle vom 27. bis 31. Juli bedingte, war wieder die nämliche, wie bei allen grofsen Niederschlägen von gröfserer Ausdehnung in Ostdeutschland. Bei hohem Luftdruck im Westen lag über Osteuropa eine flache, fast stationäre Depression, die langsam nach N zog und dem Typus der Zugstrafse Vb zuzurechnen ist. — Ich möchte nur noch bemerken, dafs es bei fortgesetztem, umfassendem Studium der grofsen Regenfälle dieses Depressionsgebietes vielleicht doch noch gelingen wird, diejenigen charakteristischen Kennzeichen der Depression herauszufinden, die für die Bildung sehr starker Niederschläge mafsgebend sind. Die Depressionen der Zugstrafse Vb sind so häufig auch mit geringen bis mäfsigen Niederschlägen verbunden, dafs es zur Zeit nicht räthlich wäre, vor jeder derartigen Depression zu warnen."

4) Eine treffende Schilderung desselben, soweit es Oesterreich betraf, giebt u. a. K. Kollbach in seinen „Wanderungen durch die deutschen Gebirge" 3. Band, S. 205 bis 211. Köln o. Jahr (1899).

Gleich darauf veröffentlichte Herr Trabert eine Untersuchung über „die aufserordentlichen Niederschläge in Oesterreich in der Regenperiode vom 26. bis 31. Juli 1897" (Meteorologische Zeitschrift 1897, S. 361 bis 370), worin auch er zu dem Schlusse kommt, „dafs wir es mit einem Minimum der Zugstrafse Vb zu thun haben." Sodann sagt er bei der Schilderung der Wetterlage: „Während aber sonst gewöhnlich nach kurzer Zeit der Wirksamkeit des Vb-Minimums der hohe Druck über Rufsland zurückzuweichen pflegt und dann gleichzeitig die Depression erlischt, erfolgt im vorliegenden Falle am 29. Juli gleichzeitig mit dem Vorstofse des westlichen Hochdruckgebietes ein Vorstofs des Maximums über Rufsland und infolge dieses Vorstofses vertieft sich nicht blofs die Depression über Westungarn von neuem — dies ist die unerwartete und den vorliegenden Fall charakterisirende Erscheinung —, sondern es wird auch ihre Bahn abnorm weit nach W gedrängt, sodafs die österreichischen Alpen und die böhmischen und mährischen Randgebirge ganz in den Bereich der Depression und zwar in ihren westlichen Theil zu liegen kommen. Erst am 31. früh ist der hohe Druck im Nordosten zurückgewichen, und nun gleicht sich auch die Depression fast vollständig aus."

Inzwischen war aber kurz vor der letzterwähnten Arbeit ein Aufsatz von Herrn Herrmann „Ueber die allgemeineren atmosphärischen Vorgänge vor und während der diesjährigen Ueberfluthungen in Schlesien, Sachsen und Nordböhmen" (Annalen der Hydrographie 1897, S. 387 bis 390) erschienen, in welchem der Verfasser eine völlig neue Ansicht über die Wetterlage bei dem Hochwasser aufstellt. Er sagt auszugsweise: „Nachdem nun einmal das Bestehen der Zugstrafse Vb von vielen Seiten anerkannt worden ist, wird man zunächst versucht sein, auch die Ereignisse vom 27. bis 31. Juli d. J. auf Vorgänge dieser Art zurückzuführen. Indessen bei eingehenderem Studium der Wetterkarten bemerkt man am Morgen des 27. Juli über Frankreich und Deutschland verschiedene kleinere Depressionen, von denen besonders die des nördlichen Frankreichs auf ihrer Wanderung nach Osten quer durch Deutschland gut zu verfolgen ist."

„Danach würde die grofse Depression, welche in der letzten Woche des Juli zwischen Donau und Ostsee sich befand, nicht unmittelbar zu den über Oberitalien und dem östlichen Theil der Balkanhalbinsel auftretenden Minima in Beziehung zu bringen sein. Vielmehr dürfte sie als eine besondere, ihre Lage in dieser Zeit wenig verändernde Erscheinung zu betrachten sein und die in ihr enthaltenen Minima flachen, kleineren Depressionen entsprechen, welche Deutschland in der Richtung von West nach Ost durchzogen und sich dann mit jener Haupterscheinung summirten. Eben diese Summirung der grofsen Erscheinung mit kleineren, von denen wohl auch zeitweise noch mehrere über gleichem Gebiete zusammentrafen, macht die aufserordentlich heftigen Regenfälle, welche auf ein überaus kräftiges Aufsteigen der Luft hinweisen, erklärlich. Diese Umstände gestalteten sich um so verhängnifsvoller, als die Gebirgsketten das Aufsteigen der auf sie gerichteten Winde noch besonders verstärkten."

„Vielleicht ist eine solche Auffassung der Vorgänge bei allen Erscheinungen gerechtfertigt, welche bisher der Zugstrafse Vb zugeschrieben worden sind, nicht nur den mit

Wolkenbrüchen verbundenen. Dann würde allerdings die Zugstrafse Vb in Wirklichkeit nicht bestehen."

Eine solche Ansicht kann, zumal sie durch den Zusatz in der Ueberschrift „im Auftrage der Direction der Seewarte bearbeitet" halbamtlichen Charakter erhalten hat, nicht unberücksichtigt bleiben, da sie auf den ersten Augenblick auch etwas sehr Bestechendes hat. Eins machte mich jedoch von vornherein stutzig, nämlich die Meinung, dafs die Zugstrafse Vb vielleicht überhaupt nicht besteht, obwohl ich in meiner vorher erwähnten Arbeit eine recht grofse Zahl von Fällen zusammengetragen habe, in welchen Depressionen einen grofsen Theil der Zugstrafse Vb durchzogen hatten.

In Ergänzung hierzu gebe ich nachstehend eine kurze Schilderung der Wetterlagen, bei welchen in den letzten zwanzig Jahren Hochwasser im Odergebiete beobachtet worden ist:

Jahr	Datum	Wetterlage (Zugstrafse)
1880	August 4./5.	Vb.
1882	Juli 17./18.	Eine Theildepression über Ungarn von einem Maximum im W nach E gedrängt.
1883	Juni 20.	Vb.
1885	Mai 15./16.	Vb.
1886	Juni 21.	Vb.
1888	August 2./3.	sehr wahrscheinlich Vb.
1888	September 2./3.	Vb.
1888	September 7./8.	Vb.
1889	Juli 28./29.	Vb.
1890	September 3.	anfangs Vb, dann von Ungarn nach E.
1891	Juli 14. 20./21	Vb, von Schlesien nach NW.
1892	Juni 4.	Vb.
1892	Juli 19.	IIIa.
1894	Juni 15./17.	Vb und IIIa.
1896	Mai 4./7.	Vb.
1897	Mai 12. 15./16.	unbestimmt, wahrscheinlich IIIa und Vb.
1899	Mai zu Anfang	IIIa.
1899	Juli 7./9.	IIIa.
1899	September 11./13.	wesentlich Vb, zum Teil mit IIIa.

Von diesen 19 Fällen — den vom Juli 1897 lasse ich weg — zeigen 13 die Eigenart der Zugstrafse Vb so vollständig, dafs an dem Bestehen dieser Zugstrafse wohl kaum gezweifelt werden kann. Wohin der besonders strittige Fall vom Juli 1897 gehört, soll später erörtert werden.

Im nächsten Jahre 1898 erschien noch eine Abhandlung über die Wetterlage in den Schlufsbemerkungen der „Beiträge zur Hydrographie Oesterreichs. Herausgegeben vom k. k. hydrographischen Centralbureau. II. Heft. Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1897 in Oesterreich. Wien 1898", worin die Wetterlage derart geschildert wird, dafs offenbar auch hier die Zugstrafse Vb mit den Niederschlägen in Verbindung gebracht wird. Diese Erklärung genügt dem Verfasser aber noch nicht, denn „es müssen doch noch andere Umstände, noch andere impulsive Ursachen vorwalten, welche, wenn ihnen vielleicht auch nur secundäre Bedeutung für den allgemeinen Witterungscharakter zukommen sollte, doch die Entstehung derartig exceptioneller Niederschlagserscheinungen hervorzurufen und zu erklären vermögen". Er macht zunächst auf die nordsüdliche Richtung der Isobaren aufmerksam und hebt dabei besonders hervor, dafs „dieser Linienverlauf in dem einen, nämlich Nordböhmen und das angrenzende sächsische Erzgebirge, ebenso wie in dem anderen, das österreichische Alpenvorland umfassenden Hauptregen-Areale einer ganz augenscheinlichen Störung unterliegt, indem dort die Isobaren keilförmig gegen die Depression vordringen. Bedenkt man aber die Congruenz dieser Erscheinungen in den beiden von der Regenkatastrophe getroffenen Gebieten, den gleichzeitigen Eintritt und die den Verlauf begleitenden analogen Wirkungen, so ist die Bedeutung des keilförmigen Isobarenverlaufes um so weniger zu unterschätzen, als er unwillkürlich den Eindruck macht, als wollte sich dadurch ein Ausflufs für einen vom Maximum zum Minimum abziehenden regenschweren Luftstrom eröffnen."

Im vierten Heft derselben Veröffentlichung, welches „die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1899 im österreichischen Donaugebiet" (Wien 1900) behandelt, wird mitgetheilt, dafs man auch bei diesem, wie bei allen früheren Hochwassern den „Keil" [5]) wiedergefunden habe. Das Gesamtergebnifs wird dann in folgenden mit Wenn und Aber etwas reichlich geschmückten Satz (S. 161) gekleidet: „Der keilförmige Isobarenverlauf ist immer dann mit dem Auftreten der Hochfluthen innig verknüpft, wenn der Keil, von einem nicht zu eng umgrenzten oceanischen Luftdruckmaximum ausgehend, direct in die Depression vorstöfst, vom Maximum zum Minimum ein ziemlich grofses barisches Gefälle vorherrscht, keine zweite benachbarte gröfsere Cyclone die Actionskraft des Maximums verringert und die Condensation der Luft durch eine gewisse Stabilität der Hoch- und Tiefdruckzone gefördert oder wohl gar das Depressionsgebiet auf zwei Seiten von ausgeprägten Anticyclonen umgeben wird."

Somit haben wir folgende Ansichten über diejenige Wetterlage, welche mit dem Hochwasser Ende Juli 1897 zusammengebracht wird: die Herren Hellmann und Trabert legen die Zugstrafse Vb zu Grunde, doch läfst ersterer die Frage nach irgend welchen hervorstechenden Besonderheiten noch offen, während letzterer diese schon bespricht und sie hauptsächlich in dem Verhalten des östlichen und westlichen Hochdruckgebietes sieht. Auch das hydrographische Centralbureau in Wien giebt eine solche Deutung, dafs man auf eine Vb-Depression schliefsen kann, doch wird das mehr nebensächlich behandelt, wogegen das Hauptgewicht auf den keilförmigen Verlauf der Isobaren gelegt und damit ein neues Erklärungsmoment herangezogen wird.

Während also diese drei Arbeiten immerhin noch insofern einander nahe stehen, als sie entweder unmittelbar oder mittelbar von einer Depression der Zugstrafse Vb ausgehen, giebt Herr Herrmann eine grundsätzlich verschiedene Erklärung, wodurch er es sogar als möglich hinstellen kann, dafs die Zugstrafse Vb überhaupt nicht existirt.

Bei dieser Sachlage und bei der Bedeutung einer Klarstellung für eine etwaige Hochwasservorhersage dürfte es mithin wünschenswerth erscheinen, in möglichst einwandfreier Weise eine Entscheidung herbeigeführt zu sehen, die an der Hand der beifolgenden Karten (Bl. 53 u. 54) gegeben werden soll. Ihr

5) Vergl. hierüber: Abercromby, Das Wetter, S. 35 bis 39. Freiburg i. Br. 1894.

Entwurf geschah in nachstehend erörterter Weise. Zunächst handelte es sich darum, das Gebiet, für welches die Wetterkarten gezeichnet werden sollten, so abzugrenzen, dafs alle nothwendige Auskunft daraus gerade entnommen werden konnte. Nach genauer Prüfung der Wetterkarten der deutschen Seewarte beschränkte ich mich auf Centraleuropa, soweit es das Deutsche Reich, Russisch-Polen, Oesterreich-Ungarn mit Bosnien, Rumänien, Oberitalien und die Schweiz umfafst. Als zu untersuchenden Zeitraum erschienen die Tage vom 27. bis 31. Juli hinreichend. Viel schwieriger war die Wahl der Beobachtungsstunden, da keine der üblichen in Frage kommen konnte. Denn wenn man auch nur ein Gebiet von der hier vorliegenden Gröfse zu Grunde legt, so ergeben die Beobachtungsstunden, da sie nach Ortszeit festgelegt sind, schon bei dem hier vorhandenen Längenunterschied von 21° einen Zeitunterschied von 84 Minuten oder fast $1^1/_2$ Stunden, d. h. Wetterkarten, die auf einem solchen Ortszeitpunkte beruhen, zeigen im Westen Luftdruckverhältnisse an, welche $1^1/_2$ Stunden später als die im Osten dargestellten eingetreten sind. Um diese Unsicherheit in meiner Untersuchung zu vermeiden, da hierin leicht ein Angriffspunkt gesucht werden könnte, mufste ich Einheitszeit wählen und zwar am besten die Zeit des 15. (des Görlitzer) Meridians. Ein zweiter Vorwurf, den man hätte machen können, wenn ich nur die vorhandenen Wetterkarten, gleichviel ob die deutschen, österreichischen, ungarischen, italienischen usw., benutzt hätte, liegt darin, dafs der Zeitraum zwischen den bei dem Entwurf der Karten mafsgebenden Stunden zu grofs ist, da meist nur eine Morgenkarte veröffentlicht wird. Und wenn auch die deutsche Seewarte in sehr dankenswerther Weise täglich drei Karten für 8 U. früh, 2 U. und 8 U. nachmittags entwirft, so fehlt die für meine Zwecke unentbehrliche Nachtkarte. Aus diesen Erwägungen und um an die drei deutschen Tageskarten möglichsten Anschlufs zu haben, wählte ich als Zeitpunkte 2 U. und 8 U. vormittags und nachmittags nach mitteleuropäischer Einheitszeit.

Da nun die meisten Stationen nur dreimal täglich, entweder 8 U. vormittags, 2 U. und 8 U. nachmittags oder 7 U. vormittags, 2 U. und 9 U. nachmittags, beobachten, mufste ich auf stündliche bis höchstens dreistündliche Aufzeichnungen zurückgehen. Solche Stundenwerthe findet man glücklicherweise in stetiger Zunahme in den Jahrbüchern der Observatorien und staatlichen Stationsnetze, aber jedes Jahr von der Gegenwart aus rückwärts verringert die Zahl solcher Veröffentlichungen ganz erstaunlich. Trotzdem ist es mir gelungen, für das oben genauer abgegrenzte Gebiet nicht weniger als von 57 Orten Barogramme oder stündliche Werthe, von einem Ort zweistündliche und von einem Ort dreistündliche Aufzeichnungen zu erhalten. Wohin ich mich auch immer wandte, habe ich in liebenswürdigster Weise das gröfste Entgegenkommen gefunden, und ich möchte nicht verfehlen, allen Herren und Behörden auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank abzustatten. Es sind das die Herren van Bebber (Hamburg), Chistoni (Modena), Czermak (Innsbruck), Erk (München), Franz (Breslau), Gautier (Genf), Hergesell (Strafsburg), Kaminsky (St. Petersburg), Karlinski (Krakau), Kienast (Königsberg i. Pr.), Knies (Saarbrücken), Mazelle (Triest), Meyer (Stuttgart), Mohorovičić (Agram), Müller (Biberach), v. Neumayer (Hamburg), Palazzo (Rom), Porro (Turin), Riggenbach (Basel), Rudel (Nürnberg), Sander (Schlofs Zeil i. W.), Satke (Tarnopol), Schwab (Kremsmünster), Seeland († Klagenfurt), Seliger (München), Szalay (Budapest), Trabert (Wien), Urbani (Venedig), sowie die Observatorien zu Mailand und Pola. Besonders inhaltreiche Sendungen erhielt ich von den Herren Kaminsky, v. Neumayer, Palazzo und Szalay; auch gebührt Herrn Fischer (Berlin) besonderer Dank für seine Unterstützung in der hydrologischen Seite der Abhandlung.

Den Barogrammen oder stündlichen Werthen wurden nun diejenigen Angaben entnommen, welche sich auf die obengenannten Stunden in Einheitszeit bezogen, dann diese Zahlen wegen der Abnahme der Schwere mit der Höhe, wodurch die Barometerstände beeinflufst werden, ferner wegen deren Aenderung mit der geographischen Breite, sowie endlich wegen des von der Seehöhe des Ortes abhängigen verschieden hohen Luftdruckes mittels der Jordanschen Höhentafeln so verbessert, dafs sie für die Normalschwere von 45° Breite und für den Meeresspiegel gelten. Die Orte[6]) mit gleichen Barometerständen wurden dann durch die Isobaren, die von Millimeter zu Millimeter fortschreiten, verbunden, bei deren Ziehen nicht, wie sonst vielfach üblich, Rücksicht auf die Windrichtung genommen worden ist, da die meisten Orte im Gebirge lagen, wo bekanntlich die Windrichtung eine örtlich ganz begrenzte Bedeutung hat und über die allgemeine Luftbewegung keinen Aufschlufs giebt. Um möglichst unbeeinflufst zu sein, wurden die Isobaren der einzelnen Wetterkarten an verschiedenen Tagen und ohne Rücksicht auf die zeitlich vorangehende oder folgende Karte gezogen.

Hierbei zeigten sich nun in bestimmten Gegenden, vor allem in Ungarn, die Abstände derjenigen Orte, von denen ich vielstündliche Beobachtungen zu Grunde legen konnte, doch noch als zu grofs, um die Isobaren mit der wünschenswerthen Sicherheit ziehen zu können. Ich wählte daher noch weitere 28 Orte aus, von denen zwar nur dreimal tägliche Beobachtungen mir zur Verfügung standen, welch letztere ich aber unter Berücksichtigung des täglichen Ganges des Luftdruckes an den nächsten Barographenstationen zur Berechnung der Barometerstände zu den oben genannten Beobachtungsstunden verwerthen konnte, sodafs jede der beigegebenen Karten auf 87 Einzelwerthen, die in durchaus befriedigender Weise über das ganze fragliche Gebiet vertheilt sind, beruht, d. h. doppelt soviel, als die deutsche Seewarte für das gleiche Gebiet benutzt. Nach Eintragung der je 28 Ergänzungswerthe erhielten nunmehr die Isobaren ihre endgültige Gestalt; dabei sind zur Verdeutlichung die Isobaren von 760 mm und darüber stärker als die anderen gezeichnet.

Ehe ich nun die beifolgenden Karten bespreche, möchte ich nicht die Bemerkung unterlassen, dafs mir vorstehende eingehende Erörterung nothwendig erschien, um einerseits einmal im Zusammenhang die Entwicklung der Ansichten über die meteorologischen Ursachen der Sommerhochwasser der Oder darzulegen, um sodann auf das aufmerksam zu machen, was bei diesen Ansichten strittig ist oder mit anderen bisher als sicher angenommenen Anschauungen in Widerspruch steht, und um endlich zu zeigen, wie man die Untersuchung führen mufs, um ein einwandfreies Ergebnifs zu erzielen.

6) Zur Eintragung habe ich einen für andere Zwecke entworfenen Kartenvordruck benutzt, weshalb die darin enthaltenen Stationen mit den thatsächlich zu Grunde liegenden oft nicht übereinstimmen.

Schon mehrere Tage vor dem 27. Juli 1897 — dem ersten, von welchem hier Karten entworfen sind — zeigen die Wetterkarten hohen Luftdruck über Centraleuropa und tiefen über Rufsland. Am 26. Juli hat sich die Wetterlage insofern verschoben, als der Kern jenes Hochdruckgebietes von einer über der Nordsee liegenden Depression nach SW gedrängt ist, sodafs sich, da auch in Finnland das Barometer sehr hoch steht, eine flache Furche niedrigen Luftdrucks von NW nach SE im Osten Deutschlands angedeutet findet, während dieses Land selbst noch hohen Druck aufweist.

Gehen wir nun zu unseren Karten (Abb. 1 bis 12 Bl. 53 und Abb. 13 bis 20 Bl. 54) über, so läfst die Karte vom 27. früh 2 Uhr über dem südlichen Ungarn in der Temesvarer Gegend eine Zunge niedrigen Luftdruckes erkennen, welche offenbar zu der grofsen russischen Depression gehört, während ein zweites Tiefdruckgebiet über Oberitalien davon durch einen Keil hohen Druckes über Bosnien und Kroatien getrennt ist. Sechs Stunden später hat sich in jener Zunge eine Theildepression herausgebildet, die schon ziemlich sicher umgrenzt werden kann, und noch sechs Stunden weiter, am Mittage, tritt sie ganz deutlich im Isobarenverlauf hervor, ist aber ein wenig nach NW vorgeschritten und liegt jetzt über Szegedin. Auch ist bemerkenswerth, dafs sie sich etwas vertieft hat. Mehr und mehr fällt das Barometer über Mitteldeutschland, und schon am Mittage ist eine deutliche Zerlegung des Hochdruckgebietes über Centraleuropa in einen westlichen und östlichen Theil erfolgt; letzterer vereinigt sich mit dem finnischen Hochdruckgebiete. Am Abend ist die Trennung vollendet, und es zieht nordsüdlich über Ostdeutschland eine Tiefdruckfurche, deren südliches Ende die Theildepression einnimmt, welche sich bereits am Nachmittage von dem russischen Tiefdruck losgelöst hatte und damit selbständig geworden war.

Langsam rückt nunmehr am 28. von Westen das Hochdruckgebiet wieder vor und drängt die Furche ostwärts, sodafs die Theildepression, welche sich schon nach Westungarn verlagert hatte, wieder über die Donau in das Theifsgebiet geschoben wurde. Deutlich zeigt sich während des 28. und noch besser später der Rücken hohen Luftdrucks im Drau- und Sauthale, wodurch die kleinen Depressionen über Oberitalien und über der nördlichen Adria gezwungen werden, ihren Lauf ostwärts durch Bosnien und Serbien nach Bulgarien und Macedonien zu richten, wie auf der Zugstrafsenkarte Abb. 23 Bl. 54 angegeben ist. Bei keiner derselben läfst sich nachweisen, dafs sie nach Ungarn gelangt sei und sich mit der dortigen Depression vereinigt habe. In dieser Beziehung, aber auch nur in dieser, hat Herr Herrmann vollkommen recht. Im Laufe des 28. wandert unsere Depression über der ungarischen Steppe nordwärts und ist am Abend in der Gegend von Tokaj. Während am 28. das westliche Hochdruckgebiet vordrang, tritt am 29. das östliche in Thätigkeit, und mit Recht weist Herr Trabert in den oben mitgetheilten Worten gerade auf diesen Vorstofs als auf eine ganz besondere Eigenthümlichkeit der Wetterlage jener Tage hin. Die Wirkung zeigt sich sofort im Verlauf der Isobaren unserer Depression: während in der ersten Karte vom 29. Juli ein sehr grofser Theil Ungarns, ganz Galizien und die Südhälfte Polens innerhalb der 755 mm-Linie liegt, umfafst sie am Abend nur noch einen ganz schmalen Strich über Westgalizien und Oberschlesien.

Da aber nun im Laufe des 30. das westliche Hochdruckgebiet nachgab und das östliche keine nennenswerthen Fortschritte machte, konnte sich die Depression, wie es nach den Karten den Anschein hat, wieder ausdehnen. In Wirklichkeit füllte sie sich allmählich aus und wurde immer flacher, wie ein Vergleich der entsprechenden Isobaren sofort erkennen läfst. Der Weg der Depression am 30. und 31. vom Waag- und Marchgebiet über Schlesien nach Westpolen ist auf den nächsten Karten leicht zu verfolgen. Von da ist sie langsam nordostwärts abgezogen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal kurz den ganzen Weg, welchen die Depression von dem Orte ihres Entstehens im südlichen Ungarn in den Tagen vom 27. Juli an zurückgelegt hat — wie er auf der Karte Abb. 23 Bl. 54 übersichtlich dargestellt ist —, so finden wir, dafs sie, von geringeren Schwankungen abgesehen, im wesentlichen von Süden nach Norden gewandert ist und dabei sich auf einer Bahn bewegt hat, welche durchaus ein Stück der Zugstrafse Vb ist.

Fragt man nun, ob wir es hier thatsächlich mit einer Depression der Zugstrafse Vb zu thun haben, so kann die Antwort verneinend und bejahend ausfallen. Fordert man von einer Depression, wenn sie einer bestimmten Zugstrafse zugetheilt werden soll, dafs sie die ganze Strafse zurücklegt, so würde man nur sehr wenige Depressionen in dieser Weise eintheilen und gruppiren können, denn dann könnte man mit demselben Rechte auch fordern, dafs sie in keiner Weise von der vorgeschriebenen Bahn abwichen. Eine derartige Auffassung ist aber offenbar zu einseitig und engherzig und mit den thatsächlichen Verhältnissen unvereinbar. Stellt man dagegen als Bedingung auf, dafs die Depression im wesentlichen die Zugstrafse innehält, gleichviel ob sie dieselbe ganz oder nur auf einer gröfseren Strecke zurücklegt, so kommt man zu dem Schlufs, dafs das Hochwasser Ende Juli 1897 mit einer Depression der Zugstrafse Vb in Zusammenhang steht.

Vergleicht man mit dieser Schilderung der Wetterlage die oben mitgetheilten Ansichten, so haben die Herren Hellmann und Trabert insofern recht, als sie jene Depression der Zugstrafse Vb zuschrieben; während aber Herr Hellmann nur ganz allgemein auf diese Bahn hinweist, sagt Herr Trabert ausdrücklich, dafs die Depression im nördlichen Italien „sich im Laufe des 27. vertieft und über Südsteiermark, Westungarn und Westgalizien hinaufrückt.“ Diese Meinung entspricht, wie die Karten zeigen, nicht den Thatsachen, ist aber dadurch erklärlich, dafs Herrn Trabert weder soviel Karten für jeden Tag, wie dieser Arbeit beigefügt sind, noch Karten mit Isobaren von Millimeter zu Millimeter wie hier zur Verfügung standen.

Hinsichtlich der Ansicht des Herrn Herrmann habe ich schon vorher gezeigt, dafs sie lediglich für die Darstellung des Weges der italienischen Depressionen zutrifft, jedoch bei der Hauptdepression gar nicht stimmt. Wenn thatsächlich, wie Herr Herrmann behauptet, eine Reihe kleiner flacher Depressionen Deutschland von West nach Ost durchzogen hätten, so müfste man doch wohl auf Karten, welche 1 mm-Isobaren enthalten, diese Depressionen genau verfolgen können, zumal nur sechs Stunden zwischen je zwei aufeinander folgenden Karten liegen. Da das aber nicht der Fall ist, und da ferner bewiesen wurde, dafs die Depression auf der Zugstrafse Vb

fortgeschritten ist, so ist damit auch bewiesen, daſs 1. die Schilderung der Luftdruckvertheilung in den Tagen vom 27. bis 31. Juli 1897, wie sie Herr Herrmann giebt, nicht zutrifft, und 2. die Zugstraſse Vb, entgegen seiner Vermuthung, thatsächlich besteht.

Endlich vertritt das Wiener hydrographische Centralbureau, ganz wie Herr Trabert, die Meinung, daſs die Depression von der lombardischen Tiefebene über Kroatien und Ungarn nordwärts gezogen sei; zwar hatte das Bureau Wetterkarten mit 2 mm-Isobaren entworfen, aber für jeden Tag nur eine, sodaſs diese irrige Vorstellung wohl verständlich wird.[7] Der Beachtung werth ist der Hinweis des Bureaus auf den „keilförmigen Isobarenverlauf", der sich in der That auf den beiliegenden Karten in der Gegend des schwer betroffenen Salzkammergutes sehr deutlich wiederfindet. Nicht so deutlich zeigt sich der „Keil" in den Sudeten auf meinen als auf den Wiener Karten; offenbar kommt das daher, daſs die Isobaren, in je weiteren Abständen man sie zieht, um so weiter auch von dem wahren Verlauf abweichen und umsomehr auch von absichtlicher und unabsichtlicher Linienführung beeinfluſst werden. Hinsichtlich der Erklärung der groſsen Niederschläge ist vor allem ein Aufsatz von Herrn Billwiller über „die Niederschläge zu Ende August und Anfang September 1881 in der Schweiz und ihre Beziehung zur Vertheilung des Luftdrucks" (Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie XVII, 1 bis 5, 1882) zu berücksichtigen, worin gezeigt wird, „daſs das Vordringen eines barometrischen Maximums in das Gebiet einer seichten, stationären oder fast stationären Depression, namentlich wenn diese zwischen zwei Zonen hohen Luftdrucks liegt oder der aus dem Maximum wehende Luftstrom auf ein ansteigendes Terrain stöſst, Veranlassung zu starken, anhaltenden Niederschlägen giebt." Auch hier ist die Bedeutung des keilförmigen Isobarenverlaufes für starke Niederschläge hervorgehoben, doch kann, als auſserhalb meiner Aufgabe liegend, jetzt nicht näher darauf eingegangen werden.

Die Hauptniederschläge fielen im preuſsischen Antheil des Unwettergebietes am Abend des 29. Juli und in der folgenden Nacht. Mit Rücksicht hierauf, wie auch in der Erwägung, daſs nachts die Wärmeverhältnisse der Atmosphäre bis in groſse Höhen hinauf von örtlich eng begrenzten, starken Erwärmungen oder Abkühlungen am geringsten beeinfluſst sind, habe ich für den nächstgelegenen Beobachtungszeitpunkt, den 30. Juli 2 Uhr nachts, auch Karten für die Luftdruckvertheilung in 1000 m (ausgezogene Isobaren) und 2500 m Höhe (gestrichelte Linien), sowie für die Wärmeverhältnisse entworfen (Abb. 21 Bl. 54). Auf erstgenannter Karte sind die zu Grunde liegenden Werthe mit den Jordanschen Tafeln berechnet worden, während bei der zweiten das Köppensche Verfahren[8]) angewandt wurde; für die Temperaturabnahme mit der Höhe sind hierbei, wie auch bei der dritten erwähnten Karte diejenigen Zahlen verwerthet worden, welche sich aus den Beobachtungen der Bergstationen ableiten lieſsen.

Vergleicht man nun die Isobaren in den drei Höhenschichten — im Meeresspiegel (Abb. 13 Bl. 54), in 1000 m und 2500 m Höhe —, so zeigt sich die bemerkenswerthe Thatsache, daſs die Depression, welche damals über dem Waaggebiet (dem Neutragebirge) lag, bis in groſse Höhen hinaufreicht: noch in 2500 m ist sie ganz scharf ausgeprägt, so scharf, daſs man ohne weiteres eine noch weit gröſsere Höhenerstreckung annehmen kann. Diese Wahrnehmung ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil dadurch erklärlich wird, daſs die Depression die sich ihr in den Weg stellenden Gebirge von über 1000 m Höhe, wie das ungarische Erzgebirge und die Sudeten ohne Schwierigkeiten überschritt, während ihre Bahn lediglich durch die sie umgebenden Hochdruckgebiete bestimmt wurde. Gerade diese Erörterungen sind für die Hochwasserwarnung von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Luftdruckkarten für noch gröſsere Höhen als 2500 m Höhe zu entwerfen, schien mir deshalb nicht rathsam — auch nach dem Köppenschen Verfahren nicht —, weil thatsächliche Beobachtungen aus solchen Höhen nicht vorlagen. Zwar hat am Beginn der Regenzeit, am 27. Juli 1897, eine internationale Ballonfahrt stattgefunden, bei welcher Ballons in München, Straſsburg und St. Petersburg aufstiegen, doch sind von den Ergebnissen bisher nur die Temperaturbeobachtungen (Meteorologische Zeitschrift XVII, 11, 1900) veröffentlicht worden. Eine kurze Mittheilung über die Münchener Fahrt ist im Sitzungsbericht des Münchener Vereins für Luftschifffahrt vom 14. December 1897 (Illustrirte aëronautische Mittheilungen I, 30, 1898) gegeben, jedoch nicht ausführlich genug, um die Angaben hier verwerthen zu können. Erwähnt sei daraus nur der Satz, „daſs die enormen Niederschlagsmengen im Juli 1897 dadurch bedingt waren, daſs mehrere relativ flache Depressionen auf ihren Bahnen sich kreuzten und sich zu einem einzigen Gebiete geringen Druckes vereinigten, welches erheblich tiefer war und innerhalb seiner Grenzen selbst wesentliche Unregelmäſsigkeiten enthielt." Diese Darstellung scheint durch die Arbeit von Herrn Herrmann beeinfluſst zu sein und kommt offenbar zu demselben Ergebniſs, was leicht erklärlich ist, da nur Wetterkarten von 12 zu 12 Stunden und wahrscheinlich nur mit 5 mm-Isobaren zu Grunde gelegt wurden.

Betrachtet man sodann die Temperaturkarte (Abb. 22 Bl. 54), so erkennt man, daſs die beiden Bedingungen, welche Herr van Bebber für die Zugstraſse Vb gefunden hat: 1. „Das ganze Centraleuropa wird auf der West-, Süd- und Ostseite mehr oder weniger von einem Walle hohen Luftdruckes und hoher Temperatur umgeben, an deren Rande sich die Depressionen fortpflanzen" und 2. „die Zugstrasse Vb beansprucht von Südost nach Nordwest abnehmende Temperatur" vollständig zutreffen, wobei zu beachten ist, daſs jene Temperaturkarte nur für einen aus der ganzen Dauer des Wanderns der Depression herausgegriffenen Zeitpunkt gilt.

Obwohl ich mich auf eine Erklärung der groſsen Niederschläge nicht einlassen kann, habe ich in der letzten Karte (Abb. 24 Bl. 54), wie ich glaube im Sinne aller Leser, diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in welchen vom 26. bis 31. Juli 1897 mindestens 100 mm insgesamt gefallen sind. Ich habe mich dabei auf die Angabe des Gebietes der Alpen und der böhmischen Randgebirge beschränkt, da es sich hier ja nur um eine allgemeine Uebersicht handelt; deshalb wurde auch von der Einzeichnung etwa vereinzelt gelegener Bezirke

7) Man betrachte z. B. in den beifolgenden Karten immer nur diejenigen für 8 Uhr morgens.

8) W. Köppen, Ueber die Gestaltung der Isobaren in ihrer Abhängigkeit von Seehöhe und Temperaturvertheilung. Meteorologische Zeitschrift V, 470 bis 481, 1888.

als belanglos abgesehen. Unterschieden wurden aber noch die Gebiete mit mindestens 200, 300 und 400 mm (letztere ganz schwarz).

Zum Schlufs möchte ich nochmals darauf hinweisen, dafs der Zweck vorliegender Untersuchung lediglich der war, die wahre Wetterlage bei dem Hochwasser im Juli 1897 festzustellen, da gegen die bisherige Auffassung schwerwiegende Einwände erhoben wurden. Ich konnte nunmehr in, wie ich glaube, unzweideutiger Weise zeigen, dafs diese Einwände nicht Bestand haben, und dafs thatsächlich eine Depression der Zugstrafse Vb mit den das Hochwasser bewirkenden grofsen Niederschlägen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen ist. Damit ist die für eine Hochwasservorhersage unbedingt zuerst in Angriff zu nehmende Aufgabe erledigt. Der zweite Schritt würde der sein, auch für die übrigen Hochwasser eine gleiche Untersuchung auszuführen; ergiebt sich dann, dafs man wieder auf Depressionen der Zugstrafse Vb hingewiesen wird, so müssen drittens alle diese Einzeluntersuchungen darauf hin geprüft werden, ob sich irgend welche gemeinsamen, besonderen Kennzeichen auffinden lassen, welche die gefahrbringenden Vb-Depressionen von den auch vorhandenen unschädlichen scheiden. Ist man soweit gelangt, so wird man bald auch dahin kommen, Warnungen ausgeben zu können, Warnungen, die ungezählte Güter des menschlichen Erwerbes, öffentliche Verkehrswege und selbst Menschenleben vor dem verderblichen Elemente retten werden. Das ist gewifs ein hohes, edles Ziel, aber vor das Ziel (nicht blofs vor die Tugend) setzten die Götter den Schweifs. Die Fortführung vorstehender Untersuchung übersteigt weitaus die Arbeitskraft eines Einzelnen, zumal, wenn er nur seine Mufsestunden dazu verwenden kann. Hier müssen die hydrologischen Centralstellen einsetzen, und es wird eine der wichtigsten Aufgaben der neu zu gründenden entsprechenden Behörde in Preufsen sein, dieser Untersuchung sich zu widmen.

Ueber die Zunahme der Brückenspannweiten im neunzehnten Jahrhundert.[1]

Vom Professor Dr. Weyrauch in Stuttgart.

Die Anfänge des Brückenbaues gehen auf die ersten Verkehrsbedürfnisse der Menschen zurück. Um beide Seiten eines Wasserlaufs, einer Schlucht zu verbinden, wurden Baumstämme oder Steinplatten darüber gelegt, wie wir dies auch heute noch sehen. Mitunter konnte man Holzbahnen an Seilen aus Schlinggewächsen aufhängen, auch fanden sich an manchen Stellen natürliche Brücken. Mit wachsender Benutzung dieser ursprünglichen Anlagen, ihrer Verwendung auch für Lastthiere und Fuhrwerke, insbesondere aber mit der Uebersetzung gröfserer Hindernisse ergab sich die Nothwendigkeit zur Fortbildung der Construction.

Als Spannweite (Stützweite) einer Brücke bezeichnet man bekanntlich den wagerechten Abstand zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Stützpunkten, die Strecke, auf welcher die Brückenträger allein, ohne Unterstützung durch Pfeiler oder Widerlager, den auf sie wirkenden Lasten zu widerstehen haben. Von ihr ist im allgemeinen zu unterscheiden die Lichtweite, d. h. der wagerechte Abstand zwischen den Grenzflächen der Pfeiler oder Widerlager gegen den freien Raum (lichten Raum) hin.

Es ist klar, dafs mit dieser Spannweite, wenn auch nicht mit ihr allein, die dem Ingenieur entgegenstehenden Schwierigkeiten wachsen, während z. B. die Länge der Brücke, welche beliebig viele Spannweiten enthalten kann, zwar den Umfang, aber nicht die Beschaffenheit der Leistung beeinflufst. Als Trajan vor etwa 1800 Jahren einer Donaubrücke bedurfte, stellte er seinem Baumeister, Apollodorus von Damaskus, ein Heer zur Verfügung, und die Sache war in einem Jahre erledigt. Der Umfang der Leistung bot im Alterthum bei dem geringen Werthe menschlicher Arbeitskraft ein weniger erhebliches Hindernifs als heute. Die 1895 dem Verkehr übergebene Donaubrücke bei Czernavoda erforderte eine Bauzeit von fünf Jahren.

I.

Die erste feste Brücke, über welche einigermafsen bestimmte Angaben vorliegen, ist eine Brücke über den Euphrat zu Babylon, welche um die Zeit Nebukadnezars, im sechsten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, erbaut wurde. Sie bestand aus hölzernen Balken auf steinernen Pfeilern. Letztere sollen in Entfernungen von etwa 4 m gestanden haben, sodafs wir zwischen den Stützpunkten der Balken Spannweiten von 3 bis 4 m annehmen können. Die Etrusker wandten die bei den Aegyptern, Griechen, Assyrern längst bekannte Wölbekunst auch im Brückenbau an und erreichten damit Spannweiten bis gegen 8 m.

Den glänzendsten Aufschwung nahm der antike Brückenbau im römischen Weltreich. Neben den Verkehrsbedürfnissen einer vorgeschrittenen Cultur und militärischen Anforderungen trug hierzu nicht wenig das staatliche Interesse am Wohle der Völker bei, wie dies insbesondere in den grofsartigen Aquaeducten zum Ausdruck kommt. Der im Jahre 62 v. Chr. erbaute Pons Fabricius besitzt bereits Spannweiten von 25 m.[2]), unter dem ersten Kaiser Octavianus Augustus erhielt die Brücke über die Nera bei Narni zwischen Loreto und Rom 34 m Weite, die unter Trajans Regierung, 98 bis 117 n. Chr., entstandenen Brücken über den Tajo bei Alcantara, über die Nera bei Nani und über die Donau unterhalb Orsova — die beiden ersteren Gewölbe, letztere nach der Darstellung auf der Trajanssäule Holzbogen auf steinernen Pfeilern — weisen die gröfsten von den Römern bewältigten Spannweiten auf, etwa 36 m.

Seit jener Zeit nahmen zuerst vereinzelt die Spannweiten steinerner Brücken und später allgemeiner diejenigen der hölzernen Brücken zu. Die 1354 erbaute Burgbrücke bei Verona hat eine Oeffnung von über 44 m. Die gröfste bis

1) Der nachstehende Aufsatz bildet einen gemeinverständlichen Vortrag, ein zweiter Theil wird Ergänzungen für Ingenieure liefern.

2) Die Zahlen im Text sind abgerundet, genauere Angaben enthalten die Abbildungen auf Seite 471/472 und die Zusammenstellungen im zweiten Theil des Aufsatzes.

jetzt überhaupt ausgeführte Spannweite eines Gewölbes, über 72 m, besafs die 1370—77 von dem Mailänder Herzoge Barnabo Visconti erbaute Addabrücke bei Trezzo in Italien, welche jedoch schon 1416 im Kriege zerstört wurde. Die hölzernen Brücken fanden besonders in der Schweiz und in America bedeutende Ausbildung. Sie erreichten mit der 1757 erstellten Rheinbrücke bei Schaffhausen Oeffnungen von 52 und 59 m, und 1779 mit der Limmatbrücke bei Wettingen die bis heute in Holz noch nicht überschrittene Spannweite von 119 m. Seit Trajans Spannweiten von 36 m bis zur Bewältigung der gröfsten Spannweiten steinerner und hölzerner Brücken waren 1270 bezw. 1670 Jahre vergangen.

II.

Man hat das neunzehnte Jahrhundert das eiserne Jahrhundert genannt. Und in der That, wenn man bedenkt, dafs im Verlaufe desselben die ganze Erde sich mit einem Netze von Eisenschienen umspannte, die Meere von eisernen Schiffskolossen durchfurcht wurden, eiserne Brücken, Hallen und Häuser zu Tausenden entstanden und auch die grofsartige Entwicklung des Maschinenwesens in erster Linie auf der Verwendung von Eisen und Stahl beruht, so kann der Namen nicht als unberechtigt gelten. Die jährliche Roheisenproduction der Erde, welche anfangs des Jahrhunderts auf 850000 t zu je 1000 kg zu schätzen war, dürfte mit Ende desselben 38000000 t erreicht haben, (Abb. 11 S. 471, vgl. insbesondere Kupelwieser, Volkswirthschaftliche Studien über die Gewinnung der Eisenerze und die Erzeugung von Roheisen auf der Erde, Zeitschr. d. oester. Ing.- u. Arch.-Vereins 1899, S. 355), genug um einen Gürtel von 1200 qcm Querschnitt um die Erde zu legen oder diese durch eine Stange von 6 cm Dicke mit dem Monde zu verbinden.

Im Brückenbau hatte die Verwendung des Eisens schon im vorigen Jahrhundert begonnen. Nach manchen Anläufen anderwärts wurde 1773—79 in England die erste eiserne Brücke der Erde mit einem gufseisernen Bogen von 31 m Spannweite über den Severn bei Coalbrookdale erbaut, welche sich nach einigen Verbesserungen im Jahre 1800 bis heute erhalten hat. Bald folgten weitere Gufseisenbrücken. Mit der 1795 erbauten Severnbrücke bei Buildwas erreichten sie 40 m und mit der 1796 vollendeten Brücke über die Wear bei Wearmouth 72 m Spannweite. Die letztere ist auch im neunzehnten Jahrhundert von Gufseisenbrücken nur einmal, durch die 1814—19 erbaute Southwarkbrücke in London, mit 73 m Spannweite, etwas übertroffen worden. So hatten die Spannweiten gufseiserner Brücken in noch nicht zwanzig Jahren mehr zugenommen als die Spannweiten steinerner Brücken in 1270 Jahren. Die erste gufseiserne Brücke auf dem Festlande war 1796 über das Striegauer Wasser bei Laasan in Schlesien erstellt worden, sie blieb bis ins neue Jahrhundert die einzige, sodafs Länder wie Oesterreich, Frankreich usw. zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts noch keine eiserne Brücke besafsen.

Während die bis jetzt erwähnten gufseisernen Brücken nach Ausbildung und Wirksamkeit die Steingewölbe ersetzen sollten, war auch das Schmiedeeisen für Brücken nicht ganz ohne Verwendung geblieben. In China, wo sich die Seilbrücken bis ins dritte Jahrhundert unsrer Zeitrechnung zurück verfolgen lassen, scheint auch das Eisen zuerst für Brückenträger verwandt worden zu sein. In Kirchers China illustrata, Amsterdam 1667, ist eine Fufsgängerbrücke in der Nähe der Stadt Kingtung erwähnt, bei welcher die Gehbahn aus Balken und Brettern auf 20 flach gespannte eiserne Ketten von etwa 70 m Länge gelegt war. Eine ähnliche Brücke wurde 1741 in England über den Tees bei Durham für Bergmannszwecke hergestellt. Im Jahre 1796 jedoch führte Finlay zwischen Town und Greenburgh in den Vereinigten Staaten die erste schmiedeeiserne Hängebrücke im heutigen Sinne mit 21 m Spannweite aus, indem er die Fahrbahn durch Tragstangen an eisernen Ketten aufhing, welche ihrerseits durch Pfeiler gestützt, über diese weg nach abwärts geführt und in Widerlagern verankert wurden. Dabei blieb es mit der Anwendung des Schmiedeeisens bei Brücken bis zum Beginn des neunzehnten Jahrhunderts.

III.

Bevor wir nun zu den Brücken des letzten Jahrhunderts übergehen, mögen einige Worte über die wichtigsten Arten der Brückenträger vorausgeschickt werden, das heifst derjenigen Theile, welche die ganze Belastung der Brücke aufzunehmen und auf die Stützen zu übertragen haben.

Wenn wir einen gewöhnlichen Balken über einen Bach legen und belasten, so verlangen wir von den Stützen nur, dafs sie dem Drucke, welchen der Balken von oben nach unten auf sie ausübt, senkrecht von unten nach oben mit genügender Sicherheit widerstehen (Abb. 1 u. 2). Genau

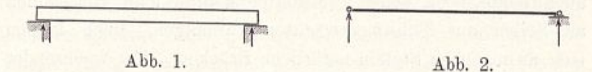


Abb. 1. Abb. 2.

dasselbe gilt für die Träger vieler kleiner und grofser Brücken, die man deshalb als Balkenträger bezeichnet, während die durch solche Balkenträger gebildeten Brücken Balkenbrücken heifsen. Diese können im übrigen sehr verschieden angeordnet sein. In anderen Fällen, z. B. bei Gewölben, müssen die Stützen bei der Belastung auch in wagerechter Richtung widerstehen (Abb. 3 u. 4), wozu be-

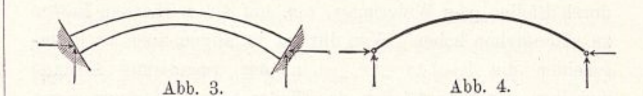


Abb. 3. Abb. 4.

kanntlich bei Kirchen usw. oft starke Widerlager, Strebepfeiler usw. nöthig werden. Da die Träger in diesen Fällen meist Bogenformen erhalten, so pflegt man sie bei der angeführten Wirksamkeit der Stützen als Bogenträger zu bezeichnen und die entsprechenden Brücken Bogenbrücken zu nennen. In erster Linie denkt man bei diesen Bezeichnungen allerdings an solche Träger und Brücken, bei welchen

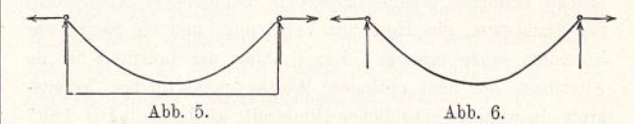


Abb. 5. Abb. 6.

die wagerechten Widerstände von aufsen nach innen wirken (Abb. 3 u. 4), während wir andernfalls von Hängebogen und Hängebrücken sprechen (Abb. 5 u. 6). Die übliche Anordnung der letzteren, Brückenbahn durch Tragstangen

an den Hängebogen (Kabel oder Ketten) aufgehängt, wurde bereits am Schlusse von II erwähnt. Es giebt noch manche andere Träger- und Brückenarten,[3]) aber für die Zunahme der Spannweiten eiserner Brücken sind sie von keiner Bedeutung geworden, sodafs wir sie hier aufser Betracht lassen können. Zu beachten ist nur, dafs man Balkenträger wie Bogenträger nicht nur über zwei, sondern auch ungetrennt über mehrere Stützen legen kann, womit man sogenannte durchlaufende Träger (Abb. 7, 8 u. 9) im Gegensatze zu den einfachen Trägern auf zwei Stützen erhält. Selbstverständlich unterscheidet man durchlaufende Balkenträger (Abb. 7) und durchlaufende Bogenträger (Abb. 8), eine besondere Art der ersteren bilden die Gelenkträger (Gerbersche Träger, Kragträger usw., Abb. 9, vgl. VII).

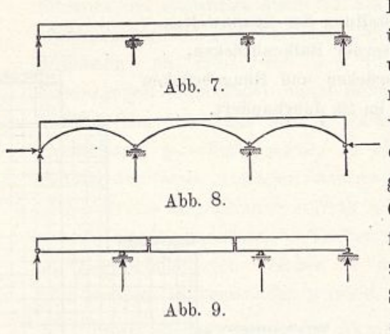


Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 9.

In Abb. 12, 14 u. 15 S. 471 haben wir nun die Spannweiten eiserner Balkenbrücken, Bogenbrücken und Hängebrücken im neunzehnten Jahrhundert dargestellt und zwar derart, dafs die Jahre 1800 bis 1900 auf der unteren wagerechten Linie in gleichen Abständen der Reihe nach angedeutet und senkrecht zu dieser Linie bei den einzeln Jahren die bis dahin erreichten Spannweiten in geeignetem Mafsstabe angetragen sind. In den wachsenden Entfernungen (Ordinaten) der oberen Begrenzungslinie von der unteren wagerechten Linie (Abscissenachse) hat man also ein Bild des Wachsthums der Spannweiten von Balkenbrücken, Bogenbrücken und Hängebrücken während des betrachteten Zeitraums.[4]) Schliefslich sind die drei Darstellungen vereinigt (Abb. 13 S. 471), sodafs die scharf gezeichnete oberste Grenzlinie der Vereinigung ein Bild des Wachsthums aller eisernen Brücken im neunzehnten Jahrhundert giebt. Wir entnehmen daraus eine Zunahme von 72 m auf 521 m, also auf das Siebenfache. Für weit gröfsere Spannweiten liegen vollständig ausgearbeitete Entwürfe vor (VIII).

IV.

Sehen wir uns den Verlauf der Linien etwas genauer an, so zeigt sich, dafs zu Anfang des Jahrhunderts eiserne Balkenbrücken überhaupt noch nicht vorkamen und die Spannweiten der Bogenbrücken diejenigen der Hängebrücken bei weitem übertrafen. Warum? Es gab noch kein Walzeisen, sodafs man auf Gufseisen und geschmiedete Stäbe angewiesen war. Ein belasteter Balken aber wird stark auf Biegung in Anspruch genommen, gegen welche das Gufseisen nur geringe Widerstandsfähigkeit besitzt, besonders wenn noch Stöfse und Erschütterungen hinzukommen. Auch wufste man nicht, welche Form den Eisenbalken zweckmäfsig zu geben sei, es fehlte an der Theorie. Mit den Hängebrücken aber war man über die ersten Versuche nicht hinausgekommen. Die Möglichkeit der Herstellung gewalzter Formeisen und Platten war nahe gerückt, als der Engländer Cort 1783 gufseiserne Walzen zur Befreiung des aus den Puddelöfen kommenden Eisens von Schlacken einführte. Im Jahre 1805 wurde die erste Eisenbahnschiene gewalzt, welche jedoch ihres ungeeigneten Querschnitts wegen die gebräuchlichen Gufseisenschienen nicht verdrängen konnte. Erst 1825 folgten brauchbare Walzeisenschienen und fanden sofort bei der 1822—25 erbauten Darlington-Eisenbahn Verwendung. Die Bahn war im wesentlichen zur Beförderung von Kohlen bestimmt, wobei Pferde und Locomotiven zum Betriebe dienten, doch liefen täglich auch einige mit Pferden bespannte Personenwagen darüber. Im Jahre 1830 wurde die erste Dampfeisenbahn für Personen- und Güterverkehr, Liverpool—Manchester, eröffnet, und damit war für die Entwicklung der Eisenindustrie und der eisernen Brücken eine neue Epoche angebrochen. Die erste deutsche Dampfeisenbahn, Nürnberg—Fürth, wurde bekanntlich 1835 dem Verkehr übergeben.

Beim Baue eiserner Brücken hatte man sich in den drei ersten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts an gufseiserne Bogenbrüken gehalten, wenn auch 1808 bei der kleinen Bogenbrücke über den Crou bei Saint-Denis ein erster Versuch mit Schmiedeeisen gemacht worden war. Selbst die eisernen Drehbrücken, deren erste 1810 über den Regentcanal in London zur Ausführung kam, hatten gufseiserne Bogenträger erhalten. Die ersten eisernen Balkenträger überhaupt waren 1801 durch Boulton und Watt in dem Gebäude einer Spinnerei zu Salford in England verwandt worden, sie bestanden aus Gufseisen und hatten bei über 4 m Spannweite verhältnifsmäfsig günstigen Querschnitt (Abb. 10). Im Jahre 1820 wurden auf dem Eisenwerke Tipton bei Birmingham die ersten aus Walzeisen zusammengesetzten Träger, sogenannte Blechträger, ausgeführt, welche zur Unterstützung eines Schiffsdecks dienten. Wo und mit welchen Spannweiten eiserne Balkenträger zuerst im Brückenbau vorkamen, läfst sich gegenwärtig nicht zuverlässig feststellen. Als Hodgkinson und Fairbairn 1824—31 Versuche mit Gufseisenbalken anstellten, galten Spannweiten der letzteren von 6—8 m als ungewöhnlich grofs.

Abb. 10.

In den zwanziger Jahren hatten Theorie und Versuche durch Männer wie Navier, Telford, Hodgkinson bedeutende Fortschritte gemacht, was bald im Brückenbau zur Geltung kam. Während die Spannweiten der Hängebrücken (mit der Verwendung Brownscher Flacheisenketten und Drahtkabel) rasch zunahmen, sodafs sie mit der Drahtkabelbrücke in Freiburg in der Schweiz bereits 273 m erreichten, begann man in den dreifsiger Jahren und anfangs der vierziger Jahre gegliederte Balkenträger in Annäherung an die späteren Fachwerkträger zu construiren. Das Schmiedeeisen (Schweifseisen) kam zunächst vorwiegend für gezogene Theile zur Verwendung, in den vierziger Jahren aber mehr und mehr für die ganzen Träger.

Ohne Lehrgeld ging es in diesem Entwicklungszeitraum nicht ab. Eine grofse Anzahl von Hängebrücken und Gufseisenbrücken stürzten ein. Manche kamen gar nicht in Betrieb, wie die 1824—26 von Navier entworfene und unter seiner Oberleitung erbaute Hängebrücke über die Seine

3) Ueber die vielfach zusammengeworfenen Begriffe: Art, System und Form der Träger s. Luegers Lexikon, Bd. VII, S. 694 (Artikel Träger).

4) Genaueres und insbesondere die zugehörige Litteratur enthalten die Zusammenstellungen im zweiten Theil des Aufsatzes.

Abb. 12 bis 15.
Darstellung der Spannweiten eiserner Balkenbrücken, Bogenbrücken und Hängebrücken im 19. Jahrhundert.

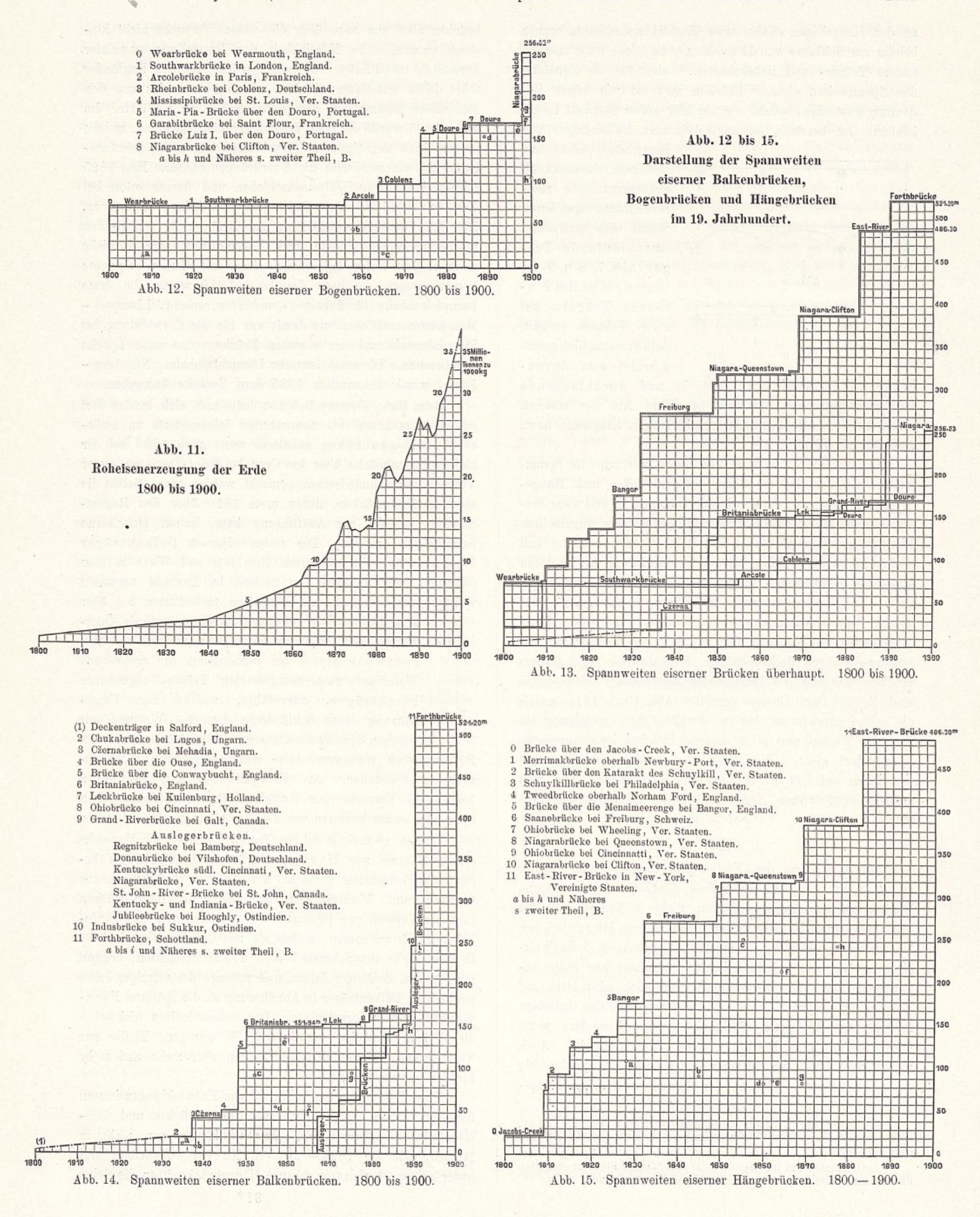


Abb. 12. Spannweiten eiserner Bogenbrücken. 1800 bis 1900.

Abb. 13. Spannweiten eiserner Brücken überhaupt. 1800 bis 1900.

Abb. 14. Spannweiten eiserner Balkenbrücken. 1800 bis 1900.

Abb. 15. Spannweiten eiserner Hängebrücken. 1800 — 1900.

bei den Champs Elysées und die 1843 erstellte gemischt-eiserne Balkenbrücke über die Themes bei Karansebes in Ungarn. Eine der letzteren ähnliche Brücke bei Lugos in Ungarn stürzte 1841 nach achtjährigem Betriebe ein, als eine Büffelherde darüber lief. Auch Deutschland ist nicht ganz verschont geblieben. Besonders folgenschwer erwies sich der Einsturz der allerdings auch für die damalige Zeit ganz verfehlt construirten Hängebrücke über die Saale bei Nienburg (Holzbahn, an radial von den Pfeilerköpfen ausgehenden Eisenstangen aufgehängt) einige Monate nach ihrer Vollendung 1825: „Die Rückkehr des in Paris katholisch gewordenen Landesherrn gab Veranlassung zu einem Fackelzug über die Brücke und beim Absingen der zweiten Strophe des Liedes „Heil dir im Siegerkranz“ stürzte die eine Hälfte der Brücke auf die Stadtseite nieder.“ Es befanden sich 282 Menschen auf der Brücke, von welchen 52 in den Wellen umkamen und weitere 38 verwundet wurden.

Trotz alledem nahm die Anzahl der eisernen Brücken rasch zu, begünstigt insbesondere durch die Ausbreitung des Eisenbahnbaus. Die 1836—39 erbaute Kaiser Ferdinand-Nordbahn erhielt noch lediglich hölzerne Brücken, in Röders Brückenbaukunde heifst es sogar noch 1846: „Der angehende Ingenieur wird wohl schwerlich so bald in den Fall kommen, eine eiserne Brücke zu bauen“; aber schon die 1856 vereinbarten „Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands“ bestimmten, dafs hölzerne Brücken nur noch als provisorische Brücken zulässig seien. Gegenwärtig besitzt Deutschland etwa 12000 eiserne Brücken.

V.

Die zeichnerische Darstellung der Spannweiten von Balkenbrücken, Abb. 14, enthält zwei Stellen besonders auffallenden Wachsthums. An der einen Stelle gehen die Balkenbrücken plötzlich über die Bogenbrücken hinaus (Abb. 13), an der andern überspringen sie sogar die Hängebrücken (Abb. 13), für welche die Verhältnisse zur Bewältigung gröfster Spannweiten besonders günstig liegen (VIII). Beide mal steigt die Spannweite auf etwa das Dreifache der vorher erreichten. Das mufs natürlich besondere Gründe haben, auf welche im folgenden kurz eingegangen werden soll.

Anfangs der vierziger Jahre wurde die Eisenbahn Chester—Holyhead auf dem Wege von London nach Dublin über die Insel Anglesey in Angriff genommen. Dabei kamen Brücken über die Conwaybucht und die Menaimeerenge in Frage. Die englische Admiralität verlangte für letztere im Interesse der Schiffahrt die Freihaltung eines Rechtecks von 137 m Länge und 32 m Höhe (450 bezw. 105 Fufs), welches auch nicht vorübergehend, durch Gerüste, versperrt werden durfte. Der Oberingenieur der Bahn, Robert Stevenson, legte zunächst den Entwurf einer gufseisernen Bogenbrücke vor, welcher jedoch den Bedingungen nicht vollständig entsprach und vom Parlament verworfen wurde. Ein zweiter Entwurf Stevensons, wonach schmiedeeiserne Röhren zum Durchlassen ganzer Eisenbahnzüge an Ketten aufgehängt werden sollten, regte die Frage an, ob man nicht die Röhren stark genug machen könne, um sie als Balkenträger verwenden und auf die Ketten verzichten zu dürfen. Dieser Umstand und die Unsicherheit über den zweckmäfsigsten Querschnitt der Röhren führten zu umfassenden Versuchen von Fairbairn und Hodgkinson, welche die Bahngesellschaft 130600 ℳ kosteten, aber volle Klarheit über die zu wählende Anordnung brachten und für die Entwicklung des Brückenbaues bahnbrechend geworden sind.[5]) Mit der Conwaybrücke und der Britaniabrücke — letztere so benannt nach einem Felsen in der Menaimeerenge, auf welchem ihr Mittelpfeiler steht — stiegen die Spannweiten eiserner Balkenbrücken von 52 m auf 152 m und wurde die Ueberlegenheit des Schweifseisens über das Gufseisen im Brückenbau endgültig entschieden.

Wenn für dies erste plötzliche Wachsen der Spannweiten von Balkenbrücken die Anwendung des Schweifseisens und Ergebnisse von Versuchen den Ausschlag gaben, so waren für die zweite plötzliche Zunahme, von 168 m auf 521 m, mit den Auslegerbrücken oder Gelenkträgerbrücken (VII) über den Indus in Indien und die Forthbucht in Schottland die Verwendung des Stahls und die Ergebnisse der Theorie mafsgebend. Ein erster Versuch mit Stahl war bereits 1828 bei den Ketten von 99 m Spannweite des Karlsstegs über den Donaucanal in Wien gemacht worden, worauf 1862 drei holländische Brücken von 30 bis 37 m Spannweite und bald auch bedeutendere Bauwerke, insbesondere 1874 die Bogenbrücke über den Mississippi bei St. Louis mit einer gröfsten Spannweite von 158 m folgten. Aber allgemeiner fand das Flufseisen im Brückenbau erst Ende der achtziger Jahre Eingang, als man einerseits erkannt hatte, dafs hier nicht sehr harter und fester Stahl sondern mit Rücksicht auf Stöfse, Erschütterungen und mancherlei unbeabsichtigte Einwirkungen ein dehnbares, gegen mechanische Bearbeitung nicht zu empfindliches Material (Flufseisen) am Platze sei, und anderseits die Industrie dazu gelangt war, ein derartiges Erzeugnifs zuverlässig und preiswürdig herzustellen. Ueber die theoretischen Gesichtspunkte werden in VII einige Andeutungen gegeben werden.

Für die Drahtkabel von Hängebrücken wurde Stahl erstmals bei der 1883 eröffneten East-River-Brücke zwischen New-York und Brooklyn angewandt, womit dies Werk des deutschen Ingenieurs Röbling damals die gröfste Spannweite, 486 m, erlangte und 7 Jahre an der Spitze blieb, bis England 1890 mit der Forthbrücke um 35 m über America hinauskam. Auch dieser Record wird voraussichtlich nicht lange dauern. Das neunzehnte Jahrhundert überlieferte dem zwanzigsten mehrere grofsartige Entwürfe für die Ueberbrückung des North-River (Hudson) in New-York. Am meisten Aussicht auf Ausführung hat der im Auftrage einer Gesellschaft von dem Deutsch-Americaner Lindenthal bearbeitete Entwurf einer Hängebrücke von 945 m Spannweite. Während die East-River-Brücke für den Strafsenverkehr und das Uebersetzen von Eisenbahnwagen dient, soll die North-River-Brücke neben dem Strafsenverkehr anfangs 8 und später 14 Gleise für Eisenbahnzüge aufnehmen. Die East-River-Brücke wird durch vier Kabel zu je 5280 Gufsstahldrähten von 3,2 mm Dicke getragen, die vier Kabel der North-River-Brücke würden je 18400 Gufsstahldrähte von 6,4 mm Durchmesser enthalten.

5) Zwar hat Culmann mit Recht darauf hingewiesen (Allg. Bauz. 1852, S. 176), dafs Fairbairn bei Kenntnifs längst zugänglich gewesener Ergebnisse der Theorie viel Geld und Mühe hätte ersparen können, doch war auch die Bestätigung der Theorie von Bedeutung.

Die Stützpfeiler der North-River-Brücke sollen 160 m über Hochwasser reichen, also etwa die Höhe der Thürme des Kölner Doms erlangen.

VII.

Man wird fragen, ob denn das Wachsen der Spannweiten immer so weiter gehen kann. Die Frage ist in erster Linie vom Standpunkte der Theorie zu beurtheilen, auf Grund deren sich auch das bisher Erreichte beleuchten läſst.

Wenn wir einen gewöhnlichen vierkantigen Balken vom Querschnitt Abb. 16, der beispielsweise $^1/_{20}$ so dick als lang sein mag, mit den Enden auf zwei gleich hohe Stützen legen und belasten, so wird er bei bestimmter Belastung um so leichter brechen, je weiter die Stützpunkte von einander entfernt sind, je gröſser also die Spannweite ist. Am weitesten können die Stützen natürlich entfernt werden, wenn gar keine fremde Last auf den Balken wirkt, sodaſs er nur sein eigenes Gewicht zu tragen hat. Wenn nun der vierkantige Balken wie die Britaniabrücke ganz aus Schweiſseisen bestände, und seine Theile durch das Eigengewicht allein nicht stärker beansprucht werden sollten, als bei dieser zugelassen war (650 kg/qcm), so dürfte die Spannweite nur etwa 55 m betragen (sieh die Berechnung im zweiten Theil des Aufsatzes unter C).

Wie kommt es dann aber, daſs die Britaniabrücke, welche auſser ihrem eigenen Gewicht ganze Eisenbahnzüge trägt, Spannweiten von 152 m und die Forthbrücke sogar solche von 521 m aufweist? Das hatte eben die Theorie zu ermöglichen, welche, soweit erforderlich und angängig, das Experiment zu Hülfe nimmt.

Zunächst braucht der Balken nicht gerade quadratischen Querschnitt (Abb. 16) zu haben. Es fragt sich, ob er nicht zweckmäſsig höher als breit gemacht wird (Abb. 17). Die Theorie giebt hierauf eine bejahende Antwort. Hätten wir den eisernen Balken aus einem runden Eisenstamme zu schneiden, so würde die Tragkraft und mögliche Spannweite unter den üblichen Voraussetzungen am gröſsten, wenn wir anstatt des Querschnitts Abb. 18 den Querschnitt Abb. 19 wählten, bei welchem sich die Höhe zur Breite etwa wie sieben zu fünf verhält. Bei bestimmter Querschnittsgröſse dagegen würden Tragkraft und mögliche Spannweite innerhalb gewisser Grenzen proportional der Balkenhöhe wachsen (vgl. im zweiten Theil des Aufsatzes unter D).

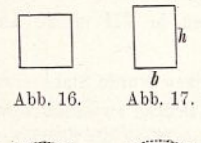


Abb. 16. Abb. 17.

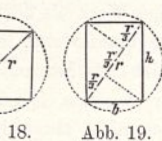
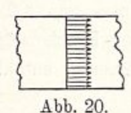
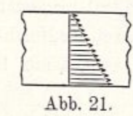
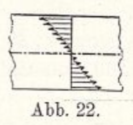


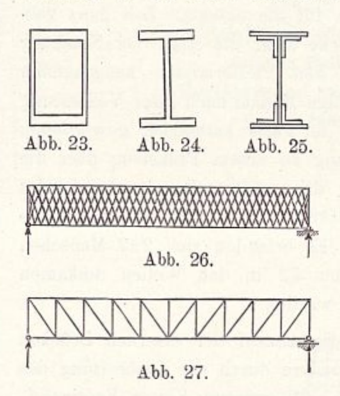
Abb. 18. Abb. 19.

Aber alles das genügt nicht, damit kämen wir noch lange nicht zu den bereits erreichten Spannweiten. Um weiter zu gelangen, hatte man zu berücksichtigen, wie der besprochene eiserne Balken widersteht. Galilei nahm die Vertheilung der Widerstände auf den Querschnitt gleichmäſsig, entsprechend der Andeutung in Abb. 20, an, und Leibnitz dachte sie sich wie in Abb. 21. Beide Ansichten waren jedoch falsch. Wie Parent schon 1713 feststellte, aber erst im 19. Jahrhundert allgemein anerkannt wurde, sind die Widerstände in unserm Eisenbalken annähernd wie in Abb. 22 vertheilt. Demgemäſs beschloſs man, das Material da wegzunehmen, wo es nicht viel nützt oder durch sein Gewicht sogar schadet. So sind die in Abb. 23 bis 25 angedeuteten Balkenquerschnitte entstanden. Der Querschnitt Abb. 23 entspricht im groſsen und ganzen den Trägern der Conwaybrücke und Britaniabrücke, welche Spannweiten von 126 m und 152 m besitzen. Wenn man nun auch mit fortschreitender Erkenntniſs der wirkenden Kräfte an Material für die Trägerwände noch weiter sparen lernte (Abb. 26) und beispielsweise selbst zu Anordnungen wie in Abb. 27 gelangte, so hätte man damit immer noch keine Spannweiten von 521 m wie bei der Forthbrücke erreicht.

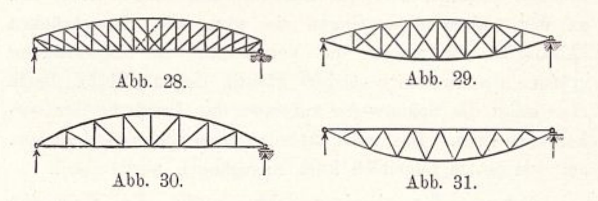

Abb. 20.


Abb. 21.


Abb. 22.


Abb. 23. Abb. 24. Abb. 25.
Abb. 26.
Abb. 27.

Die Theorie ging aber noch auf einem andern Wege vor. Wir haben bisher angenommen, daſs der Balken auf seiner ganzen Länge gleich stark sei. Das wäre nur erforderlich, wenn er überall die gleichen Widerstände zu leisten hätte. Dies ist nicht der Fall. Indem man nun die Abmessungen, soweit mit sonstigen Rücksichten verträglich, den auftretenden Widerständen anzupassen suchte, kam man auf Balkenformen, wie sie in Abb. 28 bis 31 dargestellt sind. Hierdurch wurde an Material und damit an Gewicht gespart, also wieder im Sinne einer möglichen Vergröſserung der Spannweiten gewirkt.


Abb. 28. Abb. 29.
Abb. 30. Abb. 31.

Für den Fall der Ueberbrückung mehrerer aufeinander folgenden Oeffnungen hatte die Theorie festgestellt, daſs der nöthige Materialverbrauch verringert wird, wenn man den Balken ununterbrochen über die Zwischenstützen fortlaufen läſst (durchlaufende Balken, Abb. 7), anstatt über jede Oeffnung besondere Balken zu legen. Hiervon wurde bereits bei der Britaniabrücke Gebrauch gemacht. Da es nicht mehr genügte und die Theorie auch gewisse ungünstige Folgen dieser Anordnung aufdeckte, so ging man zu einer Aenderung der letzteren über. Wenn gewöhnliche Balken von bestimmten Verhältnissen nur bis zu gewissen Längen ohne Unterstützung bleiben konnten, so brauchten die Stützpunkte doch nicht gerade über den Pfeilern zu liegen. Verlegte man sie in die Oeffnungen selbst (Abb. 32), so konnten die Pfeiler bis zu erheblich gröſseren Spannweiten auseinander gerückt werden. Man erhielt so die Träger mit freiliegenden Stützpunkten oder Gelenkträger, während die durch solche gebildeten Brücken

Gelenkträgerbrücken oder Auslegerbrücken heifsen. Indem überdies die Abmessungen überall möglichst den wirkenden Kräften angepafst und alles überflüssige Material weg-

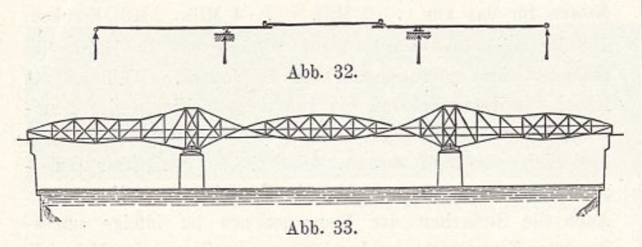


Abb. 32.

Abb. 33.

gelassen wurde (Abb. 33), sind die gröfsten Spannweiten von Balkenbrücken im 19. Jahrhundert erreicht worden.

VIII.

Die Spannweiten eiserner Balkenbrücken haben also im 19. Jahrhundert von 0 auf 521 m (Forthbrücke) zugenommen, während die gröfste Spannweite einer Hängebrücke am Ende des Jahrhunderts 486 m (East-River-Brücke) und diejenige einer Bogenbrücke 256 m beträgt (Niagarabrücke). Doch wurde bereits erwähnt, dafs für die Ueberbrückung des Hudson in New-York Entwürfe von Hängebrücken vorliegen, von welchen der Lindenthalsche eine Spannweite von 945 m in Aussicht nimmt; ein anderer sieht sogar eine solche von 981 m vor, um 460 m mehr als die Spannweite der Forthbrücke.

Die Möglichkeit der Bewältigung gröfster Spannweiten durch Hängebrücken ist sowohl durch das verwandte Material als durch dessen vortheilhafte Ausnutzung bedingt. Während für Balkenbrücken und Bogenbrücken Schweifseisen und Flufseisen von 3500 bis 4500 kg/qcm Festigkeit zur Verwendung zu kommen pflegt, wird jetzt für Kabel von Hängebrücken ein geeigneter Gufsstahldraht von 12000 kg Festigkeit hergestellt. Dazu kommt, dafs sich die Beanspruchung der Kabel nach der Theorie annähernd gleichmäfsig auf die Querschnitte vertheilt, also die Widerstandsfähigkeit des Materials am vollständigsten ausgenutzt werden kann, was z. B. bei der Vertheilung nach Abb. 22 bei Balkenträgern nicht der Fall ist, da das Material um die Achse mehr beansprucht werden könnte. Auch bei Bogenträgern sind die Querschnitte im allgemeinen ungleichmäfsig beansprucht. Selbstverständlich werden auch bei Hängebrücken um so gröfsere Spannweiten erreichbar sein, je weniger fremde Last die Kabel oder Ketten tragen sollen, also z. B. für eine Fufsgängerbrücke erheblich gröfsere als für eine Eisenbahnbrücke. Die gröfsten überhaupt möglichen Spannweiten, welche jedoch für Brücken nie erreicht werden können, erhalten wir unter der Annahme, dafs die Kabel nur ihr eigenes Gewicht zu tragen hätten, also weder Verkehrslast noch Winddruck usw. in Betracht kämen. Wenn nun, wie bei dem Lindenthalschen Entwurfe, die Tiefe des Kabelscheitels unter den Stützpunkten $1/_{10}$ der Spannweite beträgt und bei einer Drahtfestigkeit von 12000 kg/qcm eine zulässige Beanspruchung von $1/_3$ derselben vorausgesetzt wird, so findet sich die Grenzspannweite 3730 m (sieh die Berechnung im zweiten Theil des Aufsatzes unter E); wird die Beanspruchung gleich der Festigkeit gesetzt, so ergiebt sich die Spannweite, bei welcher durch das Eigengewicht allein der Bruch eintreten würde, 11200 m. Bei weniger flach gespannten Kabeln käme man auf noch gröfsere Grenzspannweiten, doch würden dann auch höhere Stützpfeiler nöthig, die schon im jetzt angenommenen Falle weit den Eiffelthurm überragen.

Anläfslich der Frage der Ueberbrückung des Hudson in New-York hat der Kriegsminister der Vereinigten Staaten die Ansicht einer Commission von Fachmännern über die gröfste praktisch erreichbare Spannweite von Hängebrücken unter der Voraussetzung eingeholt, dafs der Verkehr mit Wahrscheinlichkeit hinreiche, die Ausführungskosten einzubringen. Den Berechnungen wurde eine Eisenbahnbrücke mit sechs Gleisen zu Grunde gelegt, deren 16 Kabel von je 2040 qcm Metallquerschnitt aus je 6000 Gufsstahldrähten von 6,58 mm Dicke bestehen und mit $1/_3$ der Festigkeit von 12650 kg/qcm beansprucht werden sollten. Die Tiefe des Kabelscheitels unter den Stützpunkten war gleich $1/_8$ der Spannweite gedacht. Es ergab sich, dafs, wenn zunächst die Kostenfrage ausgeschieden wird, also nur technische Gesichtspunkte mitsprechen, bis 1320 m gegangen werden kann (vgl. die Nachrechnung im zweiten Theil des Aufsatzes unter G). Bezüglich der Kosten und ihrer Deckung durch den Verkehr konnte die Commission nicht zu allgemeinen Schlüssen gelangen, weshalb sie es vorzog, die Frage unter örtlichen Beschränkungen zu prüfen. Das Ergebnifs war, dafs eine sechsgleisige Eisenbahnhängebrücke über den Hudson in New-York von etwa 975 m erforderlicher Spannweite sehr wohl ausgeführt und ihre Anlagekosten durch den Verkehr gedeckt werden könnten (Näheres sieh im zweiten Theil des Aufsatzes unter H).

Die gröfste Spannweite einer beliebigen ausgeführten Anlage, 2400 m, hatte die 1895 hergestellte Telephonleitung Murg—Quinten über den Walensee in der Schweiz, welche jedoch 1898 zum dritten Mal durch den Sturm zerstört und dann nicht mehr erneuert wurde (Näheres im zweiten Theil des Aufsatzes unter F).

IX.

Aus dem Bisherigen geht hervor, dafs bedeutenden Zunahmen der Spannweiten über die bereits erreichten hinaus keine theoretischen Hindernisse entgegenstehen und auch die baulichen Schwierigkeiten zu überwinden sein dürften. Die Entscheidung im einzelnen Falle wird wesentlich von örtlichen und volkswirthschaftlichen Gesichtspunkten abhängen, vor allem von der Gröfse des zu erwartenden Verkehrs und den dafür nöthigen Anordnungen, sodann von Grunderwerbskosten Lohnverhältnissen, Gründungstiefe, Höhenlage der Fahrbahn, Zufahrten, Aufstellungsschwierigkeiten. Zu beachten ist jedoch, dafs die Anlagekosten nicht immer durch die Brücke selbst hereingebracht werden müssen, Staaten, Städte und leistungsfähige Gesellschaften können auch allgemeinere Erwägungen mitsprechen lassen. Für die 3150 m lange Taybrücke in Schottland, eine der längsten eisernen Brücken der Erde, wurden 13 Millionen Mark verausgabt, für die Donaubrücke bei Czernavoda in Rumänien 20 Millionen, für die steinerne Londonbridge 40 Millionen, für die East-River-Brücke und Forth-Brücke je 64 Millionen. Dagegen rechnet Lindenthal für die geplante North-River-Brücke einen anfänglichen Aufwand (bei 8 Gleisen gegen spätere 14) von 170 Millionen, wovon 90 Millionen auf die Brücke selbst und 80 Millionen auf Grunderwerb usw. kommen. Andere Anschläge betreffend die schliefslichen Gesamtkosten mit Landerwerb, Zufahrten, Bauleitung gehen bis über 400 Millionen. Der tägliche

Verkehr über Londonbridge wird auf 100000 bis 170000 Fufsgänger und 15000 bis 20000 Wagen geschätzt, während der Fährverkehr über den Hudson zwischen New-Jersey und New-York City im Jahre 1894 über 85 Millionen Fahrgäste betragen haben soll und in sehr raschem Wachsen begriffen ist. Die Lindenthalsche North-River-Brücke würde bei acht Gleisen einen Verkehr von täglich über 400000 Menschen bewältigen können, wobei neben dem elektrischen Wagenverkehr 1200 Eisenbahnzüge gerechnet sind.

Bei so gewaltigen Interessen kommt es natürlich darauf an, alle Hülfsmittel der Theorie und Erfahrung anzuwenden, um den Aufwand thunlichst herabzusetzen und die Construction so zweckmäfsig als möglich zu gestalten. Welche Unterschiede hierbei entstehen können, beweist jeder gröfsere Brückenwettbewerb. So wurden bei dem Wettbewerb für die Maria-Pia-Brücke über den Douro in Portugal 1875 vier Entwürfe eingereicht, deren Kosten sich wie folgt stellten:

Entwurf	I	II	III	IV
Preis f. 1 m Brückenlänge	2900	4300	4900	8350 Franken.
Verhältnifszahlen rund .	1	1,5	2	3

Der billigste Entwurf wurde ausgeführt und hat sich vortrefflich bewährt. Die Voranschläge der Wettbewerbsentwürfe für die Donaubrücke bei Czernavoda 1883 bewegten sich zwischen 14 und 28 Millionen Franken. Es sind also selbst zu bestimmter Zeit die Hülfsmittel der ausführenden Werke und die Leistungsfähigkeit der Ingenieure von bedeutendem Einflusse auf die Anlagekosten, was bei den Aufwendungen für die Heranbildung und Festhaltung tüchtiger Ingenieure nicht immer berücksichtigt wird.

Bei einem Ausblick in die Zukunft sind aber auch die Fortschritte der Industrie und Ingenieurwissenschaft in Betracht zu ziehen. Ein Beispiel zeigt folgende Zusammenstellung für grofse Tunnel nach Koppe:

	Mont-Cenis Durchschlag 1870	Gotthardt Durchschlag 1880	Simplon im Bau
Länge	12850	15000	19730 m
Ausführung im Jahr	1 Kilometer	2 Kilometer	3 Kilometer
Kosten für das km .	6 Mill.	4 Mill.	3 Mill. Franken.

Die Britaniabrücke würde heute weniger als die Hälfte des Eisengewichts erfordern als vor 50 Jahren. Während für Kabel von Hängebrücken bis zum letzten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts Eisendraht von höchstens 7000 kg/qcm Festigkeit verwandt wurde, steht heute geeigneter Gufsstahldraht von über 12000 kg Festigkeit zur Verfügung. Auch die Sicherheit der Constructionen ist infolge unausgesetzter Fortschritte der Ingenieurmechanik und des Materialprüfungswesens ganz bedeutend erhöht und damit das Wagnifs vermindert worden. Eine zuverlässige Versteifung der Hängebrücken gegen Schwankungen beispielsweise, wie sie besonders für Eisenbahnbrücken unerläfslich ist, wurde erst in den achtziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts ermöglicht, da die Berechnung vorher nicht gelungen war. Fast alle älteren Hängebrücken mufsten deshalb im Laufe der Zeit abgetragen oder umgebaut werden.

Aehnliche Fortschritte können selbstverständlich auch in Zukunft eintreten. Anderseits läfst sich nicht sagen, welche Belastungen die Entwicklung des Verkehrs und der Technik den Brücken bringen werden. Mit der Zunahme der Verkehrslasten unter sonst gleichen Verhältnissen nehmen die gröfsten zulässigen Spannweiten ab. Die Geschichte des neunzehnten Jahrhunderts beweist, dafs man in technischen Dingen nicht prophezeien soll. Einstweilen mufs es genügen, dafs dies Jahrhundert seinem Nachfolger alle theoretische und gewichtige praktische Unterlagen für eine Verdopplung der bereits erreichten Brückenspannweiten hinterlassen hat, sodafs wir mit Spannweiten von einem Kilometer sehr wohl rechnen können.

(Zweiter Theil folgt.)

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.